



**IDENTIFIKASI PROSES PADA "DISTILLATION COLUMN"
DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
DI PT. PETRO OXO NUSANTARA GRESIK**

TUGAS AKHIR



RSF
006.32
Bin
I-1
2002

Oleh:

IRFAN BINTORO
NRP. 2498 100 017

**JURUSAN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002**



**IDENTIFIKASI PROSES PADA “DISTILLATION COLUMN”
DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
DI PT. PETRO OXO NUSANTARA GRESIK**

TUGAS AKHIR

Oleh:

IRFAN BINTORO
NRP. 2498 100 017

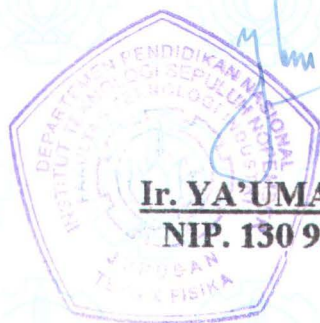
Surabaya, Juli 2002

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. MOCH. ILYAS, H.S.
NIP. 130 805 282

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS



Ir. YA'UMAR, MT.
NIP. 130 937 708

ABSTRAK

Penerapan sistem kontrol berbasis model (*model based control*) sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan industri-industri kimia yang memiliki karakteristik proses yang nonlinier, multivariabel dan kompleks. Permasalahan akan timbul ketika dalam mengidentifikasi sebuah proses nonlinier untuk mendapatkan model non linier plant menggunakan metode persamaan differensial. Hal itu disebabkan karena rumitnya persamaan matematis yang digunakan. Dengan kemampuan nonlinier mappingnya, JST mampu memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi proses nonlinier. Pada Tugas Akhir ini dirancang sebuah model proses Distillation Column (T-160) di Pabrik PT. Petro Oxo Nusantara Gresik yang didapat dari hubungan data fisis input-output proses. Input proses merupakan variabel termanipulasi yaitu flow reflux dan flow NBD. Output proses adalah variabel terkontrol yaitu temperatur kolom dan level cairan bagian bawah. Kedua jenis data input-output proses ini digunakan pada proses supervised learning yang merepresentasikan model dari proses distillation Column. Konfigurasi dari jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk model temperatur terdiri dari 1 lapisan (*layer*) input dengan jumlah node = 6, 1 lapisan hidden (*hidden layer*) dengan jumlah node 16 dan 1 lapisan output dengan node = 1. Sedangkan untuk model level cairan terdiri dari 1 lapisan (*layer*) input dengan node = 6, 1 lapisan hidden (*hidden layer*) dengan jumlah node=15 dan 1 lapisan output dengan node = 1. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah logsig. Jaringan syaraf dapat merepresentasikan dinamika proses untuk model temperatur pada epoch ke-843 dan untuk model level pada epoch ke-1096 dengan error goal masing-masing = 10^{-8} dan 10^{-6} . Dari hasil validasi dapat ditentukan bahwa model yang diujikan adalah valid. Hal ini ditinjau dari error rata-rata masing-masing model, untuk model temperatur error prediksi rata-rata $\bar{e} = 0.0057$ dan untuk model level cairan $\bar{e} = 0.0088$. Dan tinjauan keduanya adalah dari nilai regresinya $R = 0,961$ untuk model temperatur dan $R = 0,943$ untuk model level cairan distilasi dimana kedua nilai tersebut mencerminkan hubungan yang baik antara ouput JST dengan aktual proses.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim,

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah S.W.T Tuhan pencipta seluruh alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

**IDENTIFIKASI PROSES PADA “DISTILLATION COLUMN” DI
PT. PETRO OXO NUSANTARA GRESIK DENGAN METODE
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata 1 (S-1), Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Buku tugas akhir ini membahas tentang prosedur identifikasi proses dengan Jaringan Syaraf Tiruan metode Backpropagation.

Sadar dengan segala keterbatasan waktu dan kemampuan yang dimiliki oleh penyusun, maka hasil dari tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian penyusun telah berusaha semaksimal mungkin untuk mencapai hasil yang terbaik. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penyusun mengharapkan saran dan kritik demi penyempurnaan tugas akhir ini. Harapan penyusun, semoga buku tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca.

Surabaya, Juli 2002

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik karena bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- ❖ Bapak Ir. Ya'Umar, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika- ITS.
- ❖ Bapak Ir. Moch. Ilyas HS, selaku pembimbing Tugas Akhir ini. Yang tidak henti – hentinya meluangkan waktunya untuk memberikan dorongan serta masukan bagi Tugas Akhir ini.
- ❖ Bapak Ir. Heri Justiono selaku dosen wali semasa perkuliahan.
- ❖ Bapak Ir. Untung, Pak Ir. Eko Hernowo , Pak Ir. Warsono, Pak Ir. Haridjati selaku pembimbing di Petro Oxo, yang selalu memberikan segala ilmu instrument dan prosesnya.
- ❖ Bapak Hendra Cordova, ST, MT, yang telah memberikan semangat, ilmu, pengalaman serta segala apa yang bisa diberikan kepada penyusun.
- ❖ Bapak Bambang Lelono, ST, MT, yang telah memberikan waktunya untuk memberikan konsep-konsep tentang JST .
- ❖ **Special Thanks to:** My Mother and my father “U give me a lot”, mba Rani & mas eemonk “Banyak Ngerepotin nih”, Dik Nia “Moga-moga sukses kuliahnya”, Orang-orang dirumah prapen (Pa'de, Bude, Mas Yudi, Dewi) “ telah memberikan tempat tinggalku yang nyaman selama 3 tahun”, Pacarku tercinta Nia Wiryaningsih yang selalu memberiku semangat juang dalam menyelesaikan TA ini “Thank's for being my lovely girl friend”.
- ❖ Teman – temanku, sahabatku semua: Wayan”Kita akhirnya lulus bareng”, Arif “Jangan males rip “, Kamto'98 “Tetap semangat”, Dewi'98 “Makasih

printernya”, Deni’98 & Frida’98 “Thank’s ban get do’anya”, Untuk pasangan paling kompak se-TF’98 Trio Kaipang (Wiwit, Erwan, Iin) “makasih sering ngasih kue meskipun kadang kurang kenyang”, Eko dan Sendy “ Semoga lancar Ta-mu”, Anton CT “ Cari yang laen aja Tee..”. Vina’98 “elo masih utang dengerin Curhat gue”, Santi’98 “Thank’s makanannya selama di Gresik”. Markus’98 “ Sukses Ta-mu “, Agung’98 yang Tuwe Dewe (AGTW) “Moga-moga sehat Wal-afiat selamanya”. Semua anak Larin yang belum disebut “ Thank’s for everything and good luck “, Anak-anak Labkom (Bolot, Lukman, Andi, Didiet) “I can’t forget you man” Anak-anak Mulyosari Timur 117 “ Wah sorry nih nggak bisa pake VW lagi buat beli air “. Anak-anak Entercom “ Thank’s sering jadi tempat tidur siang”, Semua anak kentang ’98 “(Vivat TF, Vivat Solidarity, Together Forever and for the last time; *curhatku didengerin dooonk pleaseee...*). Semua temenku anak D3-Mesin “good memory” dan semua teman-temanku di Jakarta (CRT: Lutfi, Andi, Aji, Jefry, Valdi, D’gan, Anwar) “semoga elo semua cepet lulus” dan buat Arie SKomp. mudah-mudahan cepet dapet kerja..

- ❖ Dan tak lupa penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua yang telah membantu penyusun baik itu berupa materi maupun spiritual. Terima kasih – terima kasih, wassalamualaikum wr wb.

DAFTAR ISI

	Hal
Lembar Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Notasi	xiii
Bab I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Perumusan masalah	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika	4
Bab II DASAR TEORI	
2.1 Jaringan Syaraf Tiruan	6
2.1.1 Struktur Sel Syaraf Biologi	7
2.1.2 Struktur Jaringan Syaraf Tiruan	8
2.1.2.1 Single Layer	11
2.1.2.2 Multi Layer	12

2.1.3	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	13
2.1.4	Proses pelatihan dari Jaringan Syaraf Tiruan	13
2.1.5	Aturan Belajar Delta	15
2.1.6	Aturan Delta Tergeneralisasi	16
2.2	Backpropagation	17
2.2.1	Fase Pembelajaran	19
2.2.2	Validasi Model	25
2.3	Metode Identifikasi Sistem	28
2.4	Prosedur Identifikasi	30
2.5	Distillation Column	33
 BAB III DISKRIPSI PLANT DAN ARSITEKTUR JARINGAN		
3.1	Diskripsi Plant	37
3.2	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	46
 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		
4.1	Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan	47
4.1.1	Nilai momentum	52
4.1.2	Kecepatan Belajar	55
4.1.3	Proses Penentuan Bobot	58
4.2	Proses Validasi Model	63
4.3	Hasil Simulasi	69

BAB V	KESIMPULAN	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN A		A-1
LAMPIRAN B		B-1
LAMPIRAN C		C-1
LAMPIRAN D		D-1
LAMPIRAN E		E-1

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Struktur Sel Saraf Biologi	7
Gambar 2.2 Model Tiruan Neuron	8
Gambar 2.3 Grafik Fungsi Sigmoid	10
Gambar 2.4 Jaringan Satu Lapis	11
Gambar 2.5 Jaringan Multi Lapis	12
Gambar 2.6 Belajar dengan pengawasan	14
Gambar 2.7 Belajar tanpa pengawasan	15
Gambar 2.8 Jaringan Backpropagation 1 Hidden Layer	19
Gambar 2.9 Flowchart Training Secara Umum	20
Gambar 2.10 Flowchart Validasi Model	25
Gambar 2.11 Identifikasi Model Forward Plant	28
Gambar 2.12 Prosedur Identifikasi Proess	30
Gambar 2.13 Hubungan Input-Ouput dari Sistem	31
Gambar 2.14 Distillasi Kolom T-160	36
Gambar 3.1 Proses Distillasi Column di PT. Petro Oxo Gresik	37
Gambar 3.2 Diagram Blok Fungsional Sistem Kontrol Temperatur pada Proses Distillasi di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik	38
Gambar 3.3 Diagram Blok Fungsional Sistem Kontrol level pada Proses Distillasi di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik	39
Gambar 3.4.a Data Fisis Proses Distillation Column model temperatur Di PT. Petro Oxo Nusantara	44
Gambar 3.4.b Data Fisis Proses Distillation Column model level	

Di PT. Petro Oxo Nusantara	45
Gambar 3.5 Arsitektur JST Proses Distilasi di PT. Petro Oxo Nusantara	46
Gambar 4.1.a Respon Error terhadap Epochs untuk uji model temperatur dengan <i>node hidden</i> = 16	50
Gambar 4.1.b Respon Error terhadap Epochs untuk uji model temperatur dengan <i>node hidden</i> = 15	50
Gambar 4.2.a Respon hasil uji jaringan model temperatur dengan $\mu = 0.9$	54
Gambar 4.2.b Respon hasil uji jaringan model level dengan $\mu = 0.9$	55
Gambar 4.3.a Respon hasil Uji jaringan untuk model temperatur dengan $\alpha = 0,6$	56
Gambar 4.3.a Respon hasil Uji jaringan untuk model level dengan $\alpha = 0,7$	57
Gambar 4.4.a Respon hasil Proses Training jaringan untuk model Temperatur	59
Gambar 4.4.b Respon hasil Proses Training jaringan untuk model Level	60
Gambar 4.5.a Grafik Perbandingan antara Output Actual dengan Output JST untuk target temperatur	61
Gambar 4.5.b Grafik Perbandingan antara Output Actual dengan Output JST untuk target level	62
Gambar 4.6.a Grafik perbandingan antara output aktual dengan output JST untuk model temperatur	64

Gambar 4.6.b	Grafik perbandingan antara output aktual dengan output JST untuk model level cairan	65
Gambar 4.7.a	Prediksi Error model Temperatur	65
Gambar 4.7.b	Prediksi Error model Level Cairan	66
Gambar 4.8.a	Kurva fitting antara output aktual dengan output JST untuk model Temperatur	68
Gambar 4.8.a	Kurva fitting antara output aktual dengan output JST untuk model Level Cairan	68

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1.a Cuplikan beberapa pasangan Input-Output data numerik JST model temperatur.	45
Tabel 3.1.b Cuplikan beberapa pasangan Input-Output data numerik JST model level cairan	45
Tabel 4.1.a Jumlah <i>node hidden</i> , iterasi dan error <i>training</i> Model Temperatur	49
Tabel 4.1.b Jumlah <i>node hidden</i> , iterasi dan error <i>training</i> Model Level cairan	49
Tabel 4.2.a Pengujian dengan nilai momentum dan iterasi yang dicapai untuk model temperatur	52
Tabel 4.2.b Pengujian dengan nilai momentum dan iterasi yang dicapai untuk model level cairan	53
Tabel 4.3.a Nilai <i>learning rate</i> dan iterasi yang dicapai untuk model Temperatur	55
Tabel 4.3.a Nilai <i>learning rate</i> dan iterasi yang dicapai untuk model Level cairan	56
Tabel 4.4 Parameter-parameter penentuan bobot	58
Tabel 4.4.a Cuplikan nilai bobot antara layer input dengan hidden untuk model temperatur	62
Tabel 4.4.b Cuplikan nilai bobot antara layer input dengan hidden untuk model level cairan	63

Tabel 4.5.a	Error dari output model JST dengan data output proses	
	untuk target temperatur	66
Tabel 4.5.a	Error dari output model JST dengan data output proses	
	untuk target temperatur	67

DAFTAR NOTASI

$X_i (i = 1, 2, \dots n)$: Input Units
$Z_j (j = 1, 2, \dots n)$: Hidden Units
$Y_k (k = 1, 2, \dots n)$: Output Units
V_{ij}	: Bobot antara Lapisan Input dengan Lapisan Hidden.
W_{jk}	: Bobot antara Lapisan Hidden dengan Lapisan Output.
δ	: Error untuk koreksi Bobot V_{ij} dan W_{jk} pada proses propagasi balik.
α	: Konstanta Learning rate.
μ	: Konstanta Momentum.
V_{oj}	: Bias pada Hidden ke- j.
W_{ok}	: Bias pada Output ke- k.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya proses-proses di industri-industri kimia mempunyai karakteristik yang non linier, multivariabel dan kompleks. Penerapan sistem kontrol konvensional yang bersifat linier kurang mampu memberikan performansi yang baik karena batasan-batasan yang harus diberikan pada sistem kontrol linier. Dengan demikian diperlukan suatu sistem kontrol yang bersifat non-linier untuk mengatasi karakteristik yang dimiliki proses tersebut. Salah satu metode untuk mengembangkan sistem kontrol nonlinier adalah sistem kontrol berbasis model (model based control)^[7]. Pada sistem kontrol berbasis model, suatu model digunakan secara eksplisit didalam perancangan parameter pengontrol. Kesulitan akan muncul apabila proses yang ditinjau bersifat nonlinier karena sebenarnya beberapa hubungan diantara besaran-besaran fisik adalah tidak benar-benar linier, sekalipun adanya pendekatan melalui persamaan linier (penyederhanaan matematik)^[9]. Seperti halnya pada salah satu plant yang ada di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik, yaitu "Distillation Coloumn". "Distillation Coloumn" adalah suatu unit pemisah senyawa yang merupakan bagian dari *chemical process*. Dimana karakteristik utama hubungan antara elemen-elemen dari proses "Distillation Coloumn" adalah non linier. Sehingga ketidak akuratan model menjadi permasalahan tersendiri bagi para desainer sistem kontrol. Perkembangan teknologi komputasi dengan berbagai tawaran algoritma cerdas yang handal memberikan berbagai solusi untuk menunjang metode *model based control*

tersebut. Yaitu dengan memberikan kondisi keakuratan model dari proses yang non linier. Kemampuan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan yang identik dengan proses non linier dapat digunakan untuk identifikasi proses “Distillation Coloumn”. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan salah satu jenis identifikasi yang digunakan yaitu *forward modelling* yaitu model jaringan disejajarkan dengan aktual plant . Beberapa keuntungan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan untuk identifikasi proses “Distillation Coloumn” adalah tidak diperlukannya persamaan matematik yang cukup rumit sebagai representasi dari model dan tidak dibutuhkan informasi proses yang lengkap ^[8]. Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan teknik pendekatan lain yang relatif sederhana yaitu dengan proses belajar. Sehingga diharapkan akan didapatkan sebuah model yang akurat dengan validasi teruji dari proses “Distillation Coloumn”.

1.2 Tujuan

Secara umum tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah melakukan identifikasi proses pada “Distillation Coloumn” untuk mendapatkan model dari proses “Distillation Coloumn” dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Backpropagation* yang berguna bagi pengembangan sistem kontrol berbasis model .

1.3 Perumusan masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Penentuan arsitektur ataupun konfigurasi dari Jaringan Syaraf Tiruan yang akan dipilih untuk menjamin keakuratan identifikasi dari proses.

2. Pengujian dan analisa hasil model yang didapatkan dari identifikasi untuk mendapatkan *performance* model tersebut.

Permasalahan pemilihan arsitektur/ konfigurasi meliputi jumlah layer dari jaringan dan penentuan jumlah node/ unit pada *hidden layer*. Pada bagian ini akan dibentuk suatu nilai pembobot dari pola yang diajarkan. Untuk tiap pola input, terdapat pasangan harga input dan harga target dari pola tersebut. Untuk inisialisasi awal, bobot diberikan secara random dengan nilai harga kecil. Selain itu juga akan diberikan harga iterasi yang diinginkan.

1.3 Pembatasan Masalah

Pengerjaan tugas akhir ini lebih bersifat pada penelitian mengenai kemungkinan penerapan algoritma jaringan saraf tiruan untuk pemodelan proses non linier, yang selanjutnya merupakan bahan riset bagi pengembangannya. Dan beberapa hal yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut :

- Penelitian Tugas Akhir ini dititik beratkan pada penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation pada Identifikasi proses Distillation Coloumn, dengan tidak melakukan perancangan sistem kontrol.

1.4 Metodologi

Penetapan metodologi yang tepat dalam pelaksanaan tugas akhir ini akan sangat penting untuk mendukung keberhasilan dari penelitian ini. Dalam melakukan penelitian ini disusun dan diterapkan langkah-langkah metodologi sebagai berikut :

1. Pengambilan data dan studi literatur.

Pengambilan data proses dilakukan di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik.

2. Identifikasi Proses dari Jaringan Syaraf Tiruan.

Identifikasi ini menggunakan arsitektur feed forward untuk mendapatkan model proses Distillation Coloumn.

3. Simulasi dan analisa simulasi

Simulasi dilakukan dengan bantuan program Matlab 5.3.1 *released* 11.

1.5 Sistematika

Sistematika laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dengan penjelasan singkat mengenai isi bab, sebagai berikut :

- Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, tujuan, perumusan masalah, pembatasan masalah, metodologi, dan sistematika.
- Bab II Teori Penunjang, berisi teori-teori dasar tentang Jaringan Syaraf Tiruan secara global, *Back Propagation*, jenis identifikasi proses yang diterapkan, prosedur identifikasi proses dengan Jaringan Saraf Tiruan serta teori tentang “Distillation Coloumn” secara umum.
- Bab III Diskripsi Plant dan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan, berisi tentang diskripsi plant, eksperimen dan strukrur model yang akan digunakan untuk penentuan konfigurasi jaringan.
- Bab IV Analisa dan Pengujian, berisi mengenai analisa dan pengujian kemampuan hasil simulasi dalam mendapatkan model.

- Bab V Kesimpulan dan Saran, berisi saran dan hasil yang dapat disimpulkan dari analisa dan pengujian simulasi.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan atau *artificial neural network*, merupakan suatu sistem pengolah informasi yang mempunyai beberapa kesamaan umum dengan jaringan syaraf biologis manusia. Pada awalnya keberadaan Jaringan Saraf Tiruan merupakan keinginan manusia yang berusaha membuat kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dengan cara membuat desain dari sistem dengan konstriksi untuk membuat prinsip-prinsip logika terorganisasi seperti pada jaringan otak manusia. Jaringan Saraf Tiruan telah dikembangkan sebagai generalisasi model maematis dari *human cognition* atau *neural biology*, berdasarkan asumsi-asumsi sebagai berikut :

Pengolahan informasi terjadi pada beberapa elemen sederhana yang disebut *neurons*.

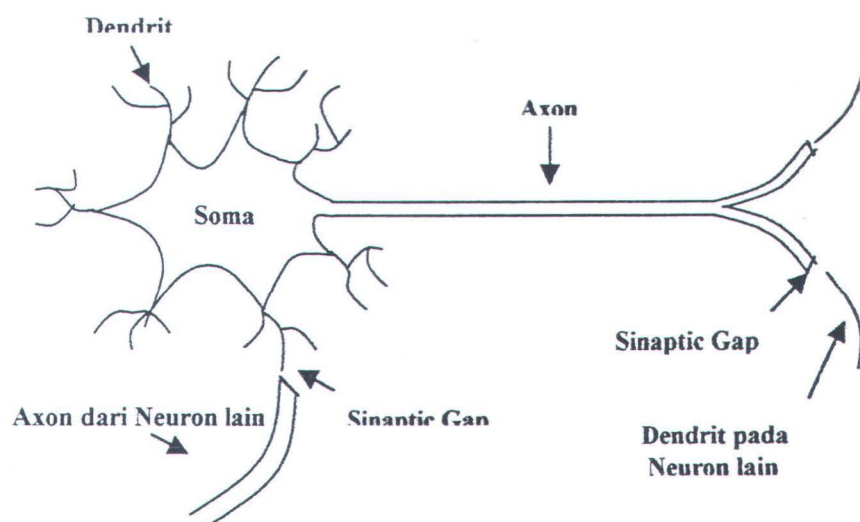
- Sinyal-sinyal yang dilewatkan antar neurons diberikan melalui *link koneksi*.
- Setiap link koneksi memiliki bobot (*weights*) yang seperti halnya pada jaringan saraf berfungsi menguatkan sinyal transmisi.
- Setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (umumnya non linier) pada input jaringannya (*sum of weighted input signal*) guna mendapatkan sinyal outputnya.

Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan dapat memberikan banyak keuntungan, terutama pada bidang kontrol cerdas, antara lain:

- *Self Learning Ability* ,dimana Jaringan Saraf Tiruan dapat mendekati suatu sistem dengan metode pembelajaran.
- *Non Linier Mapping* ,dimana pemetaan data input menjadi data output dapat dilakukan secara non linier.
- Sinyal input dapat diproses secara paralel dan serentak.

2.1.1 Struktur Sel Saraf Biologis

Pemodelan dasar struktur jaringan syaraf tiruan diilhami dari sel saraf biologis atau bisa disebut dengan *neuron*, yang merupakan unit pengolah berukuran kecil (*microscopic*) pada otak. Neuron merupakan pembeda utama anatara binatang dengan tumbuhan (tumbuhan tidak memiliki sel syaraf). Antara tujuh hingga ratusan klas neuron yang berbeda telah ditemukan di manusia.



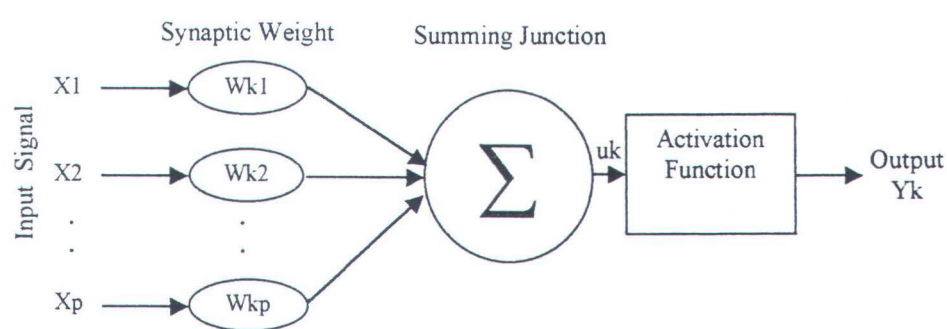
Gambar 2.1 Struktur Sel Saraf Biologis

Bentuk standar dari *neuron* ditunjukkan pada gambar 2.1. Pada satu *neuron* terdapat tiga komponen yaitu dendrit, soma, dan axon seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. *Dendrit* menerima sinyal dari neuron lainnya, berupa pulsa elektrik yang ditransmisikan melalui celah *synaptik* dengan proses kimia. Aksi dari transmitter kimia tersebut memodifikasi sinyal yang datang (dengan cara mengukur frekuensi sinyal yang diterima), seperti halnya aksi pembobotan pada Jaringan Saraf Tiruan.

Sinyal yang datang kemudian dijumlahkan oleh *soma* (badan sel). Ketika input yang diterima sudah cukup, sel akan mengirimkan sinyal informasi melalui *axon* ke sel yang lainnya. Axon merupakan serabut saraf tunggal dan ujungnya bercabang-cabang. Setelah melewati *celah synaptik* sinyal diteruskan ke *soma* lain oleh *dendrit* neuron tersebut. Suatu aktifitas akan dapat dilakukan secara teratur dan berkesinambungan bila *neuron* satu dengan yang lain terintegrasi dan terkoneksi baik.

2.1.2 Struktur Jaringan Saraf Tiruan

Struktur jaringan saraf tiruan dapat ditunjukkan secara sederhana seperti pada gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Model Tiruan Neuron^[1]

Jaringan saraf tiruan, dengan melihat jaringan sel saraf biologis sebagai referensi, dapat terdiri atas komponen – komponen yang terstruktur menurut suatu kegiatan yang analogi dengan fungsi biologis neuron (sel saraf). Jaringan ini dapat memodifikasi bobot yang akan dihasilkan akibat serangkaian inputan diluar sistem yang diberikan kepadanya, sehingga akan menghasilkan output yang konsisten sesuai dengan input yang telah diberikan kepadanya. Dengan demikian, perbedaan yang kecil dari inputan akan diabaikan sampai tingkat toleransi tertentu

Pada gambar 2.2, sebuah pemodelan neuron memiliki inputan X_p sebanyak p , yang berasal dari sel lain atau dari inputan luar (bukan dari neuron). Masing – masing inputan X_p akan dikalikan dengan pembobot W_{kp} yang bersesuaian. Untuk semua hasil perkalian akan dijumlahkan sebagaimana yang dirumuskan oleh persamaan:

$$u_k = \sum_{j=1}^p W_{kj} . X_j \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana hasil dari persamaan tersebut akan menjadi inputan bagi fungsi aktivasi untuk mendapatkan tingkat derajat sinyal keluaran pada neuron. Ada beberapa jenis fungsi aktivasi. Untuk jenis fungsi sigmoid dapat dideskripsikan dengan persamaan 2.2 dan grafik pada gambar 2.3. sebagai berikut:

$$Y_k = \frac{1}{1 + \exp(-uk)} \dots\dots\dots(2.2)$$



Gambar 2.3 Grafik Fungsi Sigmoid

Karena berbedanya nilai bobot yang diterima tiap neuron, maka pada umumnya sinyal fungsi aktivasi yang dikeluarkan tiap neuron juga berbeda

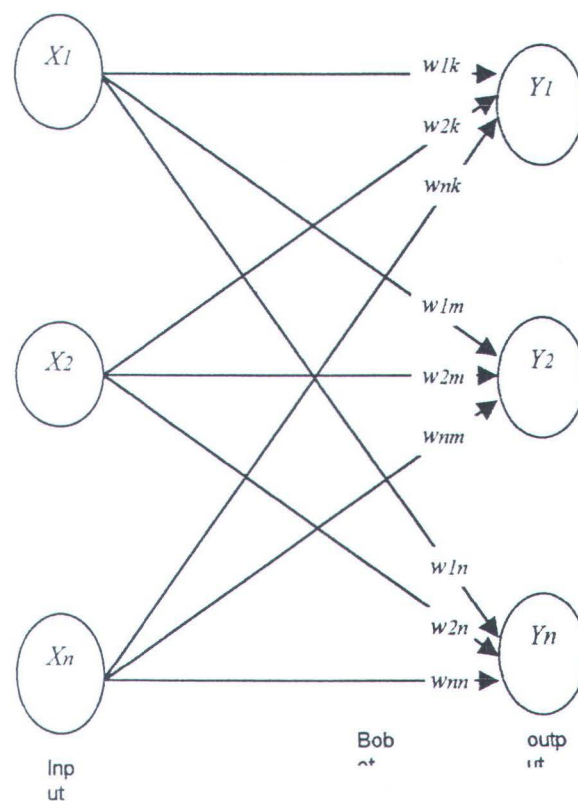
Pemodelan jaringan pada jaringan syaraf tiruan sering dikategorikan menjadi *single layer*, *multi layer* dan *competitive layer*. Namun pada pembahasan ini hanya akan dibahas *adalah multilayer* dan sedikit tentang *single layer*, mengingat kaidah pembelajarannya menggunakan algoritma *backpropagation*. Secara umum, tiap unit pada *layer* (lapisan) yang sama dalam pembahasan ini dapat disebut sebagai *neuron* mempunyai tingkah laku yang sama untuk pemrosesan sinyal data. Hanya hal terpenting yang perlu diperhatikan ialah penentuan penggunaan jenis fungsi aktivasi pada masing-masing unit pada lapisan tersebut dan pola koneksi pembobot antar lapisan. Namun biasanya unit pada lapisan yang sama mempunyai jenis fungsi aktivasi yang sama dan pola koneksi pembobot yang sama pula.

Untuk pemilihan jumlah *layer*/ lapisan bukan berarti pemilihan *layer* untuk *neuron*, namun pemilihan *layer* untuk penghubung jalur pembobot antar

neuron. Jadi variabel terpenting untuk pemodelan (identifikasi) ialah pembobotnya (*weights*).

2.1.2.1 Single Layer

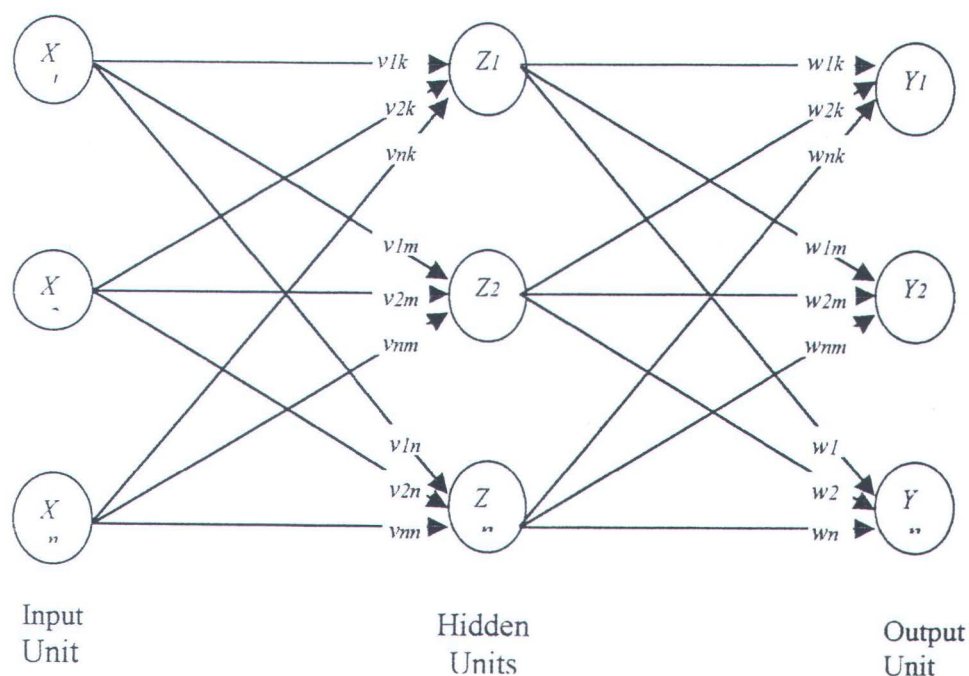
Secara Umum arsitektur jaringan lapis tunggal dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2.4. Terlihat pada gambar bahwa pada pemodelan ini hanya mempunyai satu lapis koneksi pembobot. Seringkali kali struktur jaringan ini dapat dikenali atas satu lapisan input yang bisa terdiri dari beberapa node dan lapisan output, yang mana dapat mengetahui response dari jaringan. Masing – masing unit input terkoneksi penuh dengan masing – masing unit output.



Gambar 2.4 Jaringan Single Layer^[2]

2.1.2.2 Multi Layer

Pada jaringan multi layer terdapat jaringan yang terdiri lebih dari satu lapisan. Cara kerja dari model ini sama seperti pada jaringan lapis tunggal. Hanya



Gambar 2.5 Jaringan Multi Lapis^[2]

saja pada arsitekturnya terdapat tambahan beberapa layer untuk pembobot.

Pada pemodelan ini terdapat tambahan beberapa atau satu *layer* lagi diantara input *layer* dan output *layer* yang sering disebut dengan *hidden layer* (lapisan tersembunyi). Sehingga dengan demikian terdapat lapisan pembobot antara input layer, hidden layer dan output layer. Arsitektur jenis ini jika dibandingkan dengan sigle-layer net dapat memecahkan berbagai persoalan yang lebih kompleks yang mungkin tidak dapat diselesaikan oleh single-layer secara sempurna. Hanya saja

pada proses pembelajarannya membutuhkan waktu yang agak lama karena tentu saja agak sulit.

2.1.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut aliran informasinya, Jaringan Syaraf Tiruan dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu sebagai berikut:

- Jaringan Umpan Maju (*Feed Forward Network*)

JST dengan umpan maju ini ditandai dengan adanya umpan maju dari lapisan input ke lapisan output. Jadi output neuron ditentukan oleh input neuron yang masuk $X(t)$.

- Jaringan Umpan Balik (*Feed Back Network*)

Jaringan ini ditandai dengan adanya umpan balik dari output ke inputnya atau dari lapisan dengan hierarki yang lebih tinggi ke lapisan dengan hierarki yang lebih rendah. Jadi output dari neuron ke t , $Y(t)$, ditentukan oleh input neuron $X(t)$ dan output sebelumnya $Y(t-1)$.

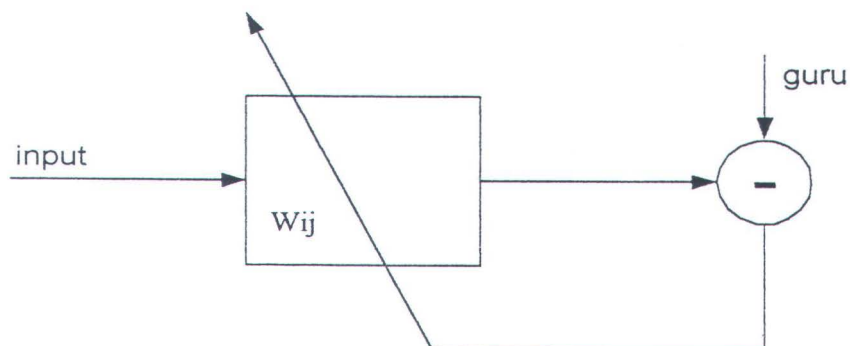
2.1.4 Proses pelatihan/ pembelajaran dari Jaringan Saraf Tiruan

Proses pembelajaran dalam JST adalah proses pembentukan konfigurasi harga-harga pembobot (*weights*) dari jaringan. Pembentukan ini mempunyai tujuan akhir agar input-input yang diberikan padanya akan direspon melalui

pembobot tersebut, menghasilkan output yang sesuai dengan target output untuk input yang bersangkutan. Proses belajar ini dapat dikategorikan dalam 2 jenis:

- Dengan Pengawasan (*Supervised Learning*)

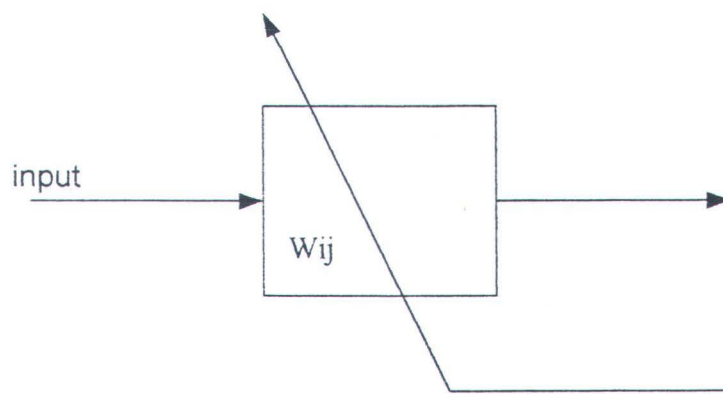
Pada proses belajar dengan pengawasan, setiap pemberian set belajar pemakai sudah memberikan output yang diinginkan. Penyesuaian bobot dilakukan berdasarkan output saat itu dengan output yang diinginkan. Proses belajar dengan pengawasan adalah proses belajar yang paling banyak digunakan, karena pada banyak aplikasi menunjukkan keberhasilan yang lebih banyak jika dibandingkan proses belajar tanpa pengawasan.



Gambar 2.6 Belajar dengan Pengawasan^[1]

- Tanpa Pengawasan (*Unsupervised Learning*)

Pada tipe ini jaringan akan menentukan sendiri pasangan output dari input yang diberikan padanya, dengan dasar kadar kesesuaian dengan pola yang pernah diterima sebelumnya.



Gambar 2.7 Belajar tanpa Pengawasan^[1]

2.1.5 Aturan Belajar Delta

Aturan ini menggunakan error output dengan target sebagai faktor koreksi terhadap penimbangnya. Penimbang/ bobot dikoreksi sampai error output dengan target pada semua pola input memenuhi toleransi yang diberikan. Aturan Delta adalah prosedur pembentukan penimbang/ bobot yang digunakan dalam metode *Back Propagation Error*. Aturan ini merupakan proses pembelajaran dengan pengawasan (*Supervised Learning*).

Dengan penimbang awal random, tiap input dilewatkan ke penimbang tersebut dan dihasilkan output pada saat itu. Output yang dihasilkan pada saat itu dibandingkan dengan output target dari pasangan input yang bersangkutan. Perbedaan yang terjadi antara output hasil penimbang saat itu dengan target digunakan sebagai faktor pengubah penimbang/ bobot yang menghubungkan input dan output tersebut, sehingga untuk bobot yang baru akan mengarah ke output

target yang seharusnya. Proses pengubahan penimbang/ bobot berdasarkan *error* ini dilakukan secara terus menerus sampai output yang dihasilkan dari penimbang tersebut sesuai dengan yang ditargetkan atau sesuai dengan *error* yang dapat diterima. Kecepatan perubahan dari penimbang juga dipengaruhi oleh perubahan penimbang pada saat itu yakni dengan adanya faktor turunan dari harga bobot itu sendiri, sehingga pada saat perubahan penimbangnya mengecil maka faktor pengali dari harga koreksi penimbang semakin kecil. Keadaan ini menghasilkan perubahan penimbang yang semakin halus saat respon output yang dihasilkan sudah mulai sesuai dengan targetnya. Aturan tersebut diatas digunakan untuk metode *Back Propagation single layer*.

2.1.6 Aturan Delta Tergeneralisasi

Pada jaringan dengan banyak lapisan, bagian input terletak didepan atau terbawah sedangkan bagian output pada lapisan paling akhir atau teratas. Tiap output dari satu lapisan merupakan inputan bagi lapisan berikutnya. Pada metode belajar Delta Tergeneralisasi ini tetap digunakan dasar – dasar pembentukan dan pengubahan penimbang/ bobot seperti aturan belajar Delta untuk *single layer*, yakni didasari pada proses pengubahan penimbang/ bobot dengan gradien perubahan yang berharga negatif agar errornya mengecil. Dengan demikian penimbangnya mengarah kepada hasil output yang sesuai dengan target.

2.2 Back Propagation

Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* merupakan salah satu model jaringan yang populer pada jaringan saraf tiruan yang sampai saat ini masih banyak digunakan oleh para peneliti. Model jaringan ini dapat digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan kompleks dimana dengan model jaringan single layer ataupun multi layer tidak dapat ditangani dengan baik. *Backpropagation* banyak diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah yang berkaitan dengan identifikasi, prediksi, pengenalan pola dan sebagainya. Diantaranya diterapkan pada diagnosa medis, pengenalan pola suara manusia, pengklasifikasian citra, identifikasi sistem non linier dan sebagainya.

Metode *Backpropagation* ini pertama kali diformulasikan oleh *Paul Werbos* pada tahun 1974, kemudian *David Parker* mengemukakan hal ini pada tahun 1982 dan kemudian dipopulerkan oleh *Rumelhart* dan *McClland* pada tahun 1986 dalam bukunya. Pada Algoritma *Backpropagation* ini, arsitektur jaringan menggunakan jaringan multilapis (*multilayer*). Seperti disebutkan sebelumnya bahwa sekitar tahun 1970-an dikemukakan ada keterbatasan yang signifikan pada arsitektur jaringan saraf tiruan dengan *single layer*. Secara garis besar proses pembelajaran pada jaringan saraf tiruan dikenal beberapa tipe pembelajaran, yaitu:

- ❑ *Supervised Training*
- ❑ *Unsupervised Training*
- ❑ *Fixed-Weight Nets.*

Metode pembelajaran *Backpropagation* atau dikenal dengan *Generalize Delta Rule (GDR)* ini merupakan perwujudan dari *supervised training* dimana untuk tiap pola input terdapat pasangan target output untuk masing-masing pola input. Sebenarnya adalah metode *gradient descent* untuk meminimasi *total square error* pada keluaran hasil perhitungan jaringan. Ide dasarnya dapat dideskripsikan dengan pola hubungan yang sederhana, yaitu: jika output memberikan hasil yang tidak sesuai dengan target yang diinginkan, maka pembobot akan dikoreksi agar errornya dapat diperkecil dan untuk selanjutnya respon jaringan diharapkan akan lebih mendekati harga yang sesuai. Pada umumnya tujuan jaringan saraf tiruan melakukan proses pembelajaran adalah untuk mendapatkan *balancing* antara kemampuan jaringan untuk menanggapi secara benar pola-pola input pada saat *training/* pembelajaran (dapat dikatakan kemampuan mengingat) dan kemampuan untuk memberikan penilaian yang layak dari suatu pola input lain yang serupa. Sehingga dari proses pembelajaran tersebut akan dibentuk suatu harga pembobot yang akan digunakan sebagai faktor pengali dari pola inputan yang lain.

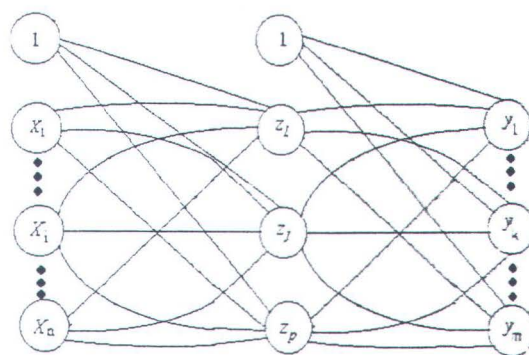
Pada metode ini, terdapat tiga tahapan dalam proses pembelajaran, yaitu: proses umpan maju dari pola input pembelajaran, perhitungan dan propagasi balik dari *error* yang terjadi dan penyesuaian nilai pembobot.

Pada tahap pembelajaran ini merupakan langkah bagaimana suatu jaringan syaraf itu berlatih, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot sambungan, baik bobot sambungan antara *input layer* dan *hidden layer* maupun antara *hidden layer* dengan *output layer*, bila terdapat lebih dari satu *hidden layer* maka juga terdapat pembobot antar *hidden layer* itu sendiri. Sedangkan penyelesaian

masalah baru akan dilakukan jika proses belajar tersebut selesai, fase tersebut adalah proses pengujian/ *testing* tentunya dengan menggunakan pembobot yang telah dihasilkan dari proses pembelajaran yang telah dilakukan.

2.2.1 Fase Pembelajaran (*TRAINING*)

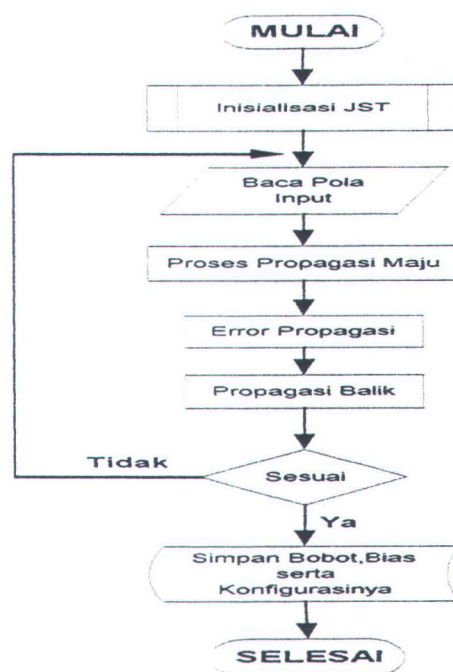
Jaringan *Backpropagation* terdiri atas beberapa *layer* yang masing-masing unit pada satu *layer* terhubung penuh dengan masing-masing unit pada layer di atasnya atau dibawahnya, kecuali pada bias hanya terkoneksi penuh dengan unit pada layer di atasnya yang ditunjukkan pada gambar 2.6. Pada gambar 2.6 ditunjukkan jaringan mempunyai satu hidden layer dengan *input layer* X , *hidden layer* Z dan *output layer* Y , serta pemberian nilai bias, yaitu suatu masukan dengan nilai tetap sama, besarnya adalah 1.



Gambar 2.8 Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dengan satu hidden layer^[2]

Pada gambar 2.6 ditunjukkan jaringan mempunyai satu hidden layer dengan *input layer* X , *hidden layer* Z dan *output layer* Y , serta pemberian nilai bias, yaitu suatu masukan dengan nilai tetap sama, besarnya adalah 1.

Algoritma Belajar *Backpropagation* terdiri dari dua proses, *feed forward* dan *back propagation* dari errornya. Selama *feedforward* masing – masing unit input menerima (X) sinyal input dari luar, kemudian sinyal tersebut disebarkan ke masing – masing unit pada *hidden layer* (Z). Masing – masing *hidden unit* menghitung sesuai dengan fungsi aktivasinya. Dan kemudian mengirim sinyal itu ke masing masing unit pada *output layer* (Y). Selanjutnya masing – masing unit pada *output layer* akan menghitung sesuai dengan fungsi aktivasinya juga, yang akan menghasilkan sinyal keluaran sebagai respon jaringan dengan adanya pemberian pola input tersebut.



Gambar 2.9 Flowchart Training secara umum

Pada propagasi baliknya, masing – masing output unit dibandingkan dengan hasil perhitungan aktivasi Y dengan nilai target (t) untuk mendapatkan *error*, berdasarkan *error* inilah akan dihitung nilai δ_k , selanjutnya harga *error*

pada output unit akan disebarkan mundur ke masing – masing unit pada *hidden layer*. Selanjutnya *error* tersebut digunakan untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit output dengan *unit hidden* demikian selanjutnya dicari *error* dari keluaran *hidden unit* untuk memperbaiki faktor pembobot antara unit input. Untuk jelasnya, gambar 2.7 dapat dijelaskan sebagai berikut ^[2]:

Langkah 0 : Inisialisasi faktor penimbang (diberi nilai kecil secara random).

Langkah 1 : Ulangi langkah 2 hingga 9 hingga kondisi stop dipenuhi.

Langkah 2 : Untuk masing-masing pasangan training, lakukan langkah 3 hingga 8.

Feedforward

Langkah 3 : Masing-masing unit input ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal input X_i dan sinyal tersebut disebarkan ke unit bagian atas yaitu lapisan tersembunyi (*hidden units*).

Langkah 4 : Masing-masing *hidden* menjumlahkan faktor penimbang :

$$Z_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dan menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi :

$$Z_j = f(Z_in_j) \dots\dots\dots (2.4)$$

karena yang digunakan fungsi *sigmoid* maka :

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{(-z_{in_j})}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Kemudian mengirim sinyal tersebut ke semua unit di atasnya (*output unit*).

Langkah 5 : Masing-masing unit output (Y_k , $k=1,2,3\dots m$) dijumlahkan dengan faktor penimbangnya :

$$Y_{in_k} = W_{ok} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \dots\dots\dots (2.6)$$

Menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi

$$y_k = f(y_{in_k}) \dots\dots\dots (2.7)$$

Back Propagation dari Errornya

Langkah 6 : Masing-masing unit output (Y_k , $k=1,\dots,m$) menerima pola target sesuai dengan pola masukan saat training dan menghitung Errornya:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots (2.8)$$

karena $f'(y_{in_k}) = y_k$ dengan menggunakan fungsi sigmoid, maka :

$$\begin{aligned} f'(y_{in_k}) &= f(y_{in_k})(1 - f(y_{in_k})) \\ &= y_k (1 - y_k) \dots\dots\dots (2.9) \end{aligned}$$

Menghitung pembetulan faktor penimbang (digunakan untuk memperbaiki w_{jk} nantinya).

$$\Delta W_{kj} = \alpha \cdot \delta_k \cdot Z_j \dots \dots \dots (2.10)$$

Apabila menggunakan momentum maka persamaan 2.10 menjadi :

$$\Delta W_{jk}(t+1) = \alpha \delta_k z_j + \mu \Delta w_{jk}(t) \dots \dots \dots (2.11)$$

Menghitung koreksi bias (digunakan untuk mengupdate W_{0k} selanjutnya) :

$$\Delta W_{0k} = \alpha \cdot \delta_k \dots \dots \dots (2.12)$$



Dan mengirim nilai δ_k ke unit layer di bawahnya (*hidden units*).

Langkah 7 : masing-masing unit *hidden* (Z_j , $j=1..p$) menjumlahkan delta inputnya (dari *unit layer* di atasnya yaitu *output layer*).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \dots \dots \dots (2.13)$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan dari fungsi aktifasinya untuk menghitung *error*.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \dots \dots \dots (2.14)$$

Kemudian menghitung pembetulan penimbang (digunakan untuk memperbaiki V_{ij} berikutnya).

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_i \dots\dots\dots (2.15)$$

Apabila menggunakan momentum maka persamaan 2.15 menjadi :

$$\Delta V_{ij}(t+1) = \alpha \delta_j x_i + \mu \Delta V_{ij}(t) \dots\dots\dots (2.16)$$

Kemudian menghitung pembetulan bias (untuk memperbaiki V_{oj} berikutnya)

$$\Delta V_{oj} = \alpha \delta_j \dots\dots\dots (2.17)$$

Memperbaiki penimbang dan bias

Langkah 8 : Masing-masing output unit (Y_k , $k=1,\dots,m$) diperbaiki bias dan penimbangnya ($j = 0, \dots, p$) :

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \dots\dots\dots (2.18)$$

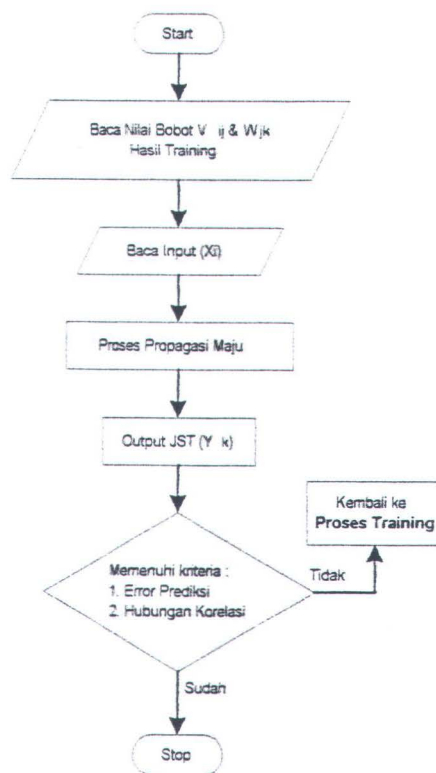
masing-masing unit hidden (Z_j , $j = 1, \dots, p$) diperbaiki bias dan penimbangnya ($j = 0, \dots, n$).

$$V_{jk}(\text{baru}) = V_{jk}(\text{lama}) + \Delta V_{jk} \dots\dots\dots (2.19)$$

Langkah 9 : Uji kondisi pemberhentian.

2.2.2 Validasi Model

Pada proses validasi ini, pembobot yang dipakai adalah pembobot yang dibentuk pada saat pembelajaran saat mencapai harga terbaik tentunya



Gambar 2.10 Flowchart Validasi Model

dengan pola jaringan yang sama seperti pada fase pembelajaran, jika pola jaringan tidak sama, maka dapat dipastikan jaringan akan memberikan output yang tidak diinginkan. Pada fase pengujian ini penimbang atau bobot yang digunakan akan di-*update* dan pada akhirnya didapatkan bobot baru yang nantinya akan disebut sebagai model dari Jaringan Syaraf Tiruan, dan model inilah yang selanjutnya

digunakan untuk perancangan sistem kontrol pada proses Distillation Column.

Gambar 2.8 tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Langkah 0 : pemberian inisialisasi faktor bobot (diambilkan dari pembobot yang dibentuk pada saat pembelajaran)

Langkah 1 : untuk masing – masing pola input, dilakukan langkah 2 – 4.

Langkah 2 : masing-masing unit input (X_i , $i = 1, \dots, n$) menerima sinyal input X_i dan sinyal tersebut disebarkan ke unit bagian atas – lapisan tersembunyi (unit hidden)

Langkah 3 : Masing-masing hidden unit menjumlahkan faktor penimbang :

$$Z_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dan menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi :

$$Z_j = f(Z_in_j) \dots\dots\dots (2.20)$$

karena yang digunakan fungsi sigmoid maka :

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{(-Z_in_j)}}$$

Kemudian mengirim sinyal tersebut ke semua unit di atasnya (*output unit*).

Langkah 4 : Masing-masing unit output (Y_k , $k=1,2,3\dots m$) dijumlahkan faktor penimbang :

$$Y_in_k = W_{ok} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \dots\dots\dots (2.21)$$

Menghitung sesuai dengan fungsi aktivasi

$$y_k = f(y_in_k) \dots\dots\dots (2.22)$$

karena yang digunakan fungsi sigmoid maka :

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp^{(-z_{in_j})}} \dots\dots\dots (2.23)$$

Langkah 5 : Mencari nilai error prediksi, yaitu selisih antara output aktual plant (T) dengan output dari model jaringan saraf tiruan (yk).

$$e = T - yk \dots\dots\dots (2.24)$$

Model dikatakan sempurna jika $e = 0$. Error prediksi ini sekaligus digunakan untuk mengetahui apakah jaringan mampu menunjukkan sifat adaptasi terhadap input yang diberikan dengan mengikuti pola target (aktual), sehingga hasil output JST konvergen.

Langkah 6 : Mendapatkan Hubungan Korelasi. Selain dengan cara prediksi error, performance sistem bisa dilihat dari hubungan korelasi antara output aktual sebagai target terhadap output jaringan. Hal ini dinyatakan dalam suatu nilai koefisien korelasi (R) melalui perhitungan dari pendekatan regresi linier.

$$R = \frac{(y - \bar{y}) \times (T - \bar{T})}{(Q - 1) \sigma_y \cdot \sigma_T} \dots\dots\dots (2.25)$$

dimana :

R : Nilai regresi, koefisien korelasi.

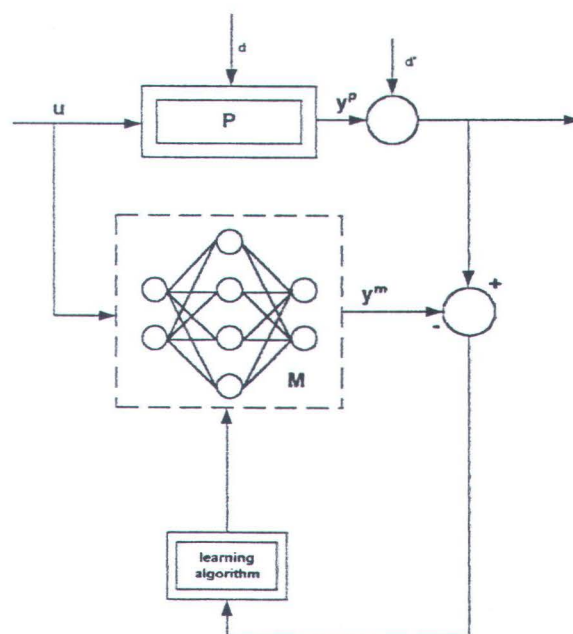
y : Output JST \bar{y} : Rata-rata y σ_y : Standart Deviasi y

T : Target JST \bar{T} : Rata-rata T σ_T : Standart Deviasi T

Korelasi antara hasil output JST dengan target (nilai aktual plant) dikatakan sempurna (*perfect fit*) jika nilai untuk koefisien korelasinya adalah satu ($R=1$). Dapat dikatakan nilai *slope*-nya adalah 1 dan *y-intercept* = 0. Jika nilai koefisien korelasi mendekati 1 ($R \sim 1$) maka hasil model dapat dikatakan good fit (bagus atau mendekati sempurna) [3].

2.3 Metode Identifikasi Proses

Proses identifikasi yang dilakukan disini menggunakan forward modelling (forward plant). Pada pemodelan jenis ini baik pada plant maupun model dari Jaringan Syaraf Tiruan mendapatkan inputan yang sama atau sinyal referensi yang sama. Bentuk dari pemodelan forward plant ini bisa dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.11 Identifikasi Model Forward Plant [3].

Pada prosesnya output dari plant y^p dibandingkan dengan output dari model Jaringan Syaraf Tiruan y^m yang menghasilkan error dari keduanya dan error itu pula yang digunakan sebagai inputan bagi proses learning. Maka didapatkan $e(k) = y^p(k) - y^m(k)$. Pada proses identifikasi sedang berlangsung jaringan diharapkan dapat menghasilkan keluaran yang menyerupai hasil keluaran dari plant. Hal ini dilakukan dengan memperbaiki komposisi pembobot/ penimbang jaringan berdasarkan nilai error yang terjadi.

Kesimpulan dari beberapa penjelasan dari gambar 2.9 adalah sebagai berikut :

- Dilakukan sistem supervised training dengan y^p sebagai target pelatihan.
- Error antara output M dan P digunakan untuk pelatihan jaringan M, dengan cara melakukan perbaikan pembobot/ penimbang.

Adapun beberapa cara untuk mencirikan hubungan input – output dari sistem tersebut adalah :

- Fungsi transfer atau Fungsi alih proses, yang diperoleh dari perhitungan-perhitungan kesetimbangan massa, energi dan momentum. Biasanya hanya digunakan untuk sistem linier parameter konstan.
- Diagram Blok Fungsional.

Merupakan salah satu pendekatan model aktual plant/ proses. Metode ini digunakan untuk menunjukkan fungsi yang dilakukan oleh tiap komponen. Diagram ini melukiskan hubungan timbal balik yang ada antara berbagai komponen. Berbeda dengan penyajian matematik yang abstrak belaka. Diagram blok lebih menunjukkan aliran sinyal yang lebih nyata pada sistem yang sebenarnya. Diagram blok mengandung informasi perilaku dinamik,

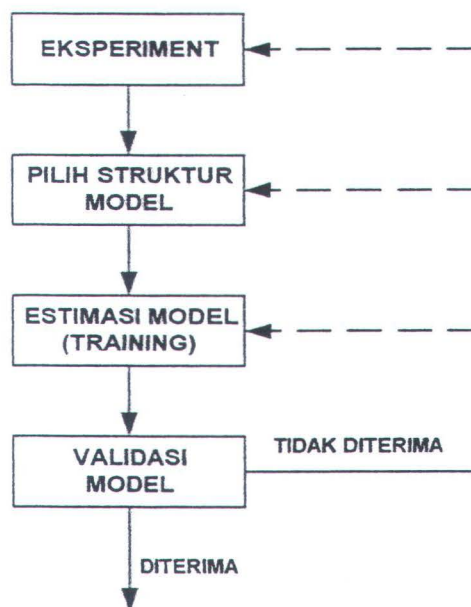
tetapi tidak mengandung informasi mengenai konstruksi fisik dari sistem. Oleh karena itu, beberapa sistem yang berbeda dan tidak mempunyai relasi satu sama lain dapat dinyatakan dengan diagram blok yang sama.

- Black Box Modelling

Modelling yang hanya didasarkan pada hubungan input-output sistem dari suatu eksperimen, tanpa melibatkan informasi fisik (hukum-hukum fisika/kimia) dari model. Metode tersebut digunakan pada penelitian Tugas akhir ini.

2.4 Prosedur Identifikasi

Prosedur yang harus dilakukan ketika melakukan identifikasi proses dinamik terdiri dari 4 langkah, sesuai dengan gambar 2.



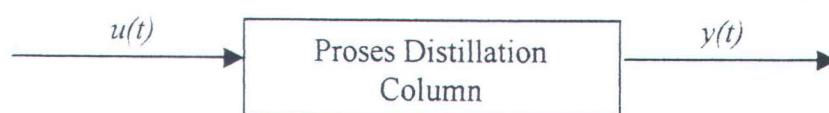
Gambar 2.12 Prosedur Identifikasi sistem^[4]

Semua prosedur diatas dilakukan dengan menggunakan algoritma Backpropagation, dimana setiap langkahnya diberikan pada pasal 2.2. Penjelasan setiap langkah prosedur yang dilakukan, adalah sebagai berikut :

▪ Eksperimen

Pada tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data proses Distillation Column yang akan digunakan untuk proses *training* Jaringan. Data-data tersebut merupakan input bagi system yang berupa *manipulated variable* dan juga data output system itu sendiri. Dari gambar 2.11 dapat dibentuk kumpulan data hubungan input dan output, yaitu :

$$Z^N = \{[u(t), y(t)], T=1, \dots, N\}$$



Gambar 2.13 Hubungan Input dan Output dari system^[4]

Tahap berikutnya adalah menentukan konfigurasi dari jaringan, baik itu penentuan dalam hal jumlah layer untuk model JST *plant*, penentuan jumlah unit (*node*) untuk *hidden layer* dan parameter yang lain seperti *learning rate* dan *momentum*.

• Struktur Model

Pada tahapan ini model yang dipilih yaitu model ARX (Auto Regressive eXogenous) yang secara matematis dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$y(t) = A(q^{-1}) y(t) + B(q^{-1}) u(t) \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana $A(q^{-1})$ dan $B(q^{-1})$ merupakan polinomial operator mundur (backwardship polynomial operator). Berdasar persamaan (2.24) tersebut, dapat dipahami bahwasanya model ARX mensyaratkan output jaringan (JST) merupakan fungsi dari output JST yang lalu serta sinyal kontrol (manipulated variable) saat ini dan yang lalu. Sehingga kalau digunakan input lampau sebanyak n yang dinyatakan dengan $(t-1)$, $(t-2)$, ... $(t-n)$. Pemakaian input lampau dalam hal identifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan berhubungan dengan *window moving* untuk pergerakan data dalam proses pelatihan serta jumlah *neuron (node)* dalam *layer* input. Output yang diinginkan model adalah output temperatur dan level *plant*.

• Estimasi model

Pada tahapan ini merupakan suatu proses belajar dari jaringan yang merupakan salah satu keunggulan dari Jaringan Syaraf Tiruan. Proses belajar adalah proses pembentukan konfigurasi harga-harga bobot/ penimbang dari jaringan. Pembentukan tersebut mempunyai tujuan akhir agar input-input yang diberikan pada jaringan akan direspon melalui bobot-bobot tersebut sampai menghasilkan output yang sesuai dengan target output untuk input yang

bersangkutan. Sistem nantinya akan melakukan proses belajar terhadap bagaimana pola faktor output tersebut bereaksi terhadap perubahan faktor-faktor input.

▪ Validasi Model

Setelah proses belajar (training) untuk proses estimasi model berakhir maka selanjutnya sistem tersebut digunakan untuk mendapatkan hasil akhir/ output. Setelah itu kita dapat menilai apakah suatu model yang dihasilkan baik atau tidak dengan melihat hasilnya berdasarkan parameter pelatihan antara lain error yang diinginkan, epoch pelatihan yang dicapai, nilai rata-rata error (MSE) yang diperoleh, dan konvergenitas kurva error (*performance sistem*). Validasi ini dilakukan dengan menggunakan data-data yang telah ditraining dan data baru yang belum ditraining dengan menggunakan proses *feed forward* dari *Backpropagation*

2.5 Distillation Column

Adalah suatu sistem sebuah proses pemisahan yang banyak digunakan di Industri-industri kimia, misalnya pemisahan air dari komponen-komponennya, proses pemisahan udara menjadi O_2 , N dan Ar, pemisahan gas yang dalam Tugas Akhir ini plant Distillation memisahkan antara gas CrudeAldehyde menjadi Normal Butilaldehyd dan IsoButilaldehyde. Proses Distilasi sendiri memisahkan komponen-komponen dalam fasa cair dan uap berdasarkan perbedaan *Volatility* atau kemampuan menguap dari komponen-komponennya. Distilasi terdiri dari

dua bagian yaitu *rectifying* dan *stripping*. Pada proses distilasi, uap dan cairannya dibiarkan mengadakan kontak dalam waktu yang cukup sampai terjadi kesetimbangan fisis. Setelah kesetimbangan fisis tercapai, uap akan terpisah dari cairannya kemudian dikondensasikan hingga membentuk embunan atau distilat. Bagian yang disilang pada gambar 2.13 menandakan terjadi kontak antara fase uap dan cairan dari distilasi. Pada garis besarnya Distilasi sendiri dibedakan menurut alat yang digunakan untuk melakukan kontak antara fase, yaitu :

- ♦ Kolom dengan sistem tray/plat.
- ♦ Kolom dengan menggunakan packing.
- ♦ Kolom yang merupakan kombinasi antara keduanya.

Tray dan packing adalah suatu alat kontak fase yang dirancang sedemikian rupa dengan harapan distribusi komposisi kedua fase mendekati sempurna. Sebagian besar kolom pemisahan yang banyak digunakan pada saat ini terdiri dari kolom dengan sistem tray/plat. Di PT. Petro Oxo Nusantara kolom yang digunakan adalah sistem packing. Secara umum, terdapat tiga tipe prinsip dari kolom packing, yaitu [6]:

- Kolom konvensional dumped-packed atau random packed, pada lempengan yang berlainan pada packing dari perancangan spesifik adalah 'dumped' atau random packed menuju sebuah kulit atau bagian dari kulit.
- Geometri sistematis packing, pada bagian manufacturing dari packing ditempatkan oleh tangan pada tingkat khusus menuju bagian lain untuk memastikan keseragaman menyeluruh daerah kontak antar fase untuk beberapa titik atau potongan melintang dari kolom.

- Kolom plat candangan, yang pada dasarnya merupakan daerah kontak untuk fase yang disediakan pada plat sebagai tempat tertentu pada kolom selama aliran uap dan cairan sama pada tipe ini dari device kontak, karena tidak ada 'downcomers' yang disediakan, kolom ini mempunyai operasi batas yang sama sebagai packed kolom tetapi dengan sedikit daerah kontak per/tipe unit volume pada kolit.

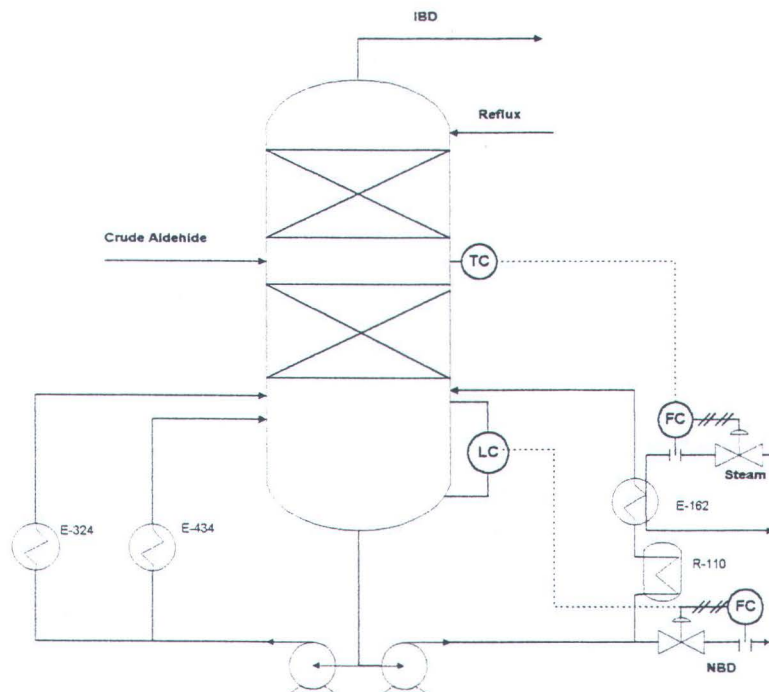
Packed kolom memberi kemungkinan yang baik untuk [6]:

- Jasa muatan uap tinggi – cairan rendah atau uap rendah – cairan tinggi.
- Bahan-bahan dengan tingkat menghancurkan tinggi untuk dikendalikan.
- Menghadapi kontaminasi berbahaya dari logam, seperti pada bahan makanan dan obat-obatan.
- Ukuran yang kecil akan memberikan kesulitan pada perancangan plat pemisah konvensional dan konstruksinya menjadi relatif lebih mahal.

Pada unit distilasi dibagi menjadi beberapa bagian utama, seperti pada gambar 2.13, yaitu bagian reboiler terdiri dari kolom bawah, Heat Exchanger dan sejumlah perlengkapan yang terintegrasi; bagian kondensing meliputi kondenser, akumulator reflux dan komponen pelengkap; bagian saluran untuk memasukkan komponen yang akan dipisahkan; bagian rectifying dan bagian stripping.

Sumber panas bagi Distillation Column berasal dari Heat Exchanger. Setelah terjadi pemanasan terjadi dengan suhu tertentu maka akan terjadi pemisahan senyawa campuran dalam Distillation Column. Komponen yang menuju kolom bagian atas. Uap yang meninggalkan kolom bagian atas ditampung

dan dikondensasikan pada sebuah akumulator. Sebagian hasil kondensasi akan diumpan balik sebagai reflux untuk menjaga keseimbangan suhu bagian atas kolom dan sisanya diambil sebagai produk atas.



Gambar 2.14 Gambar proses Distillation Column secara umum

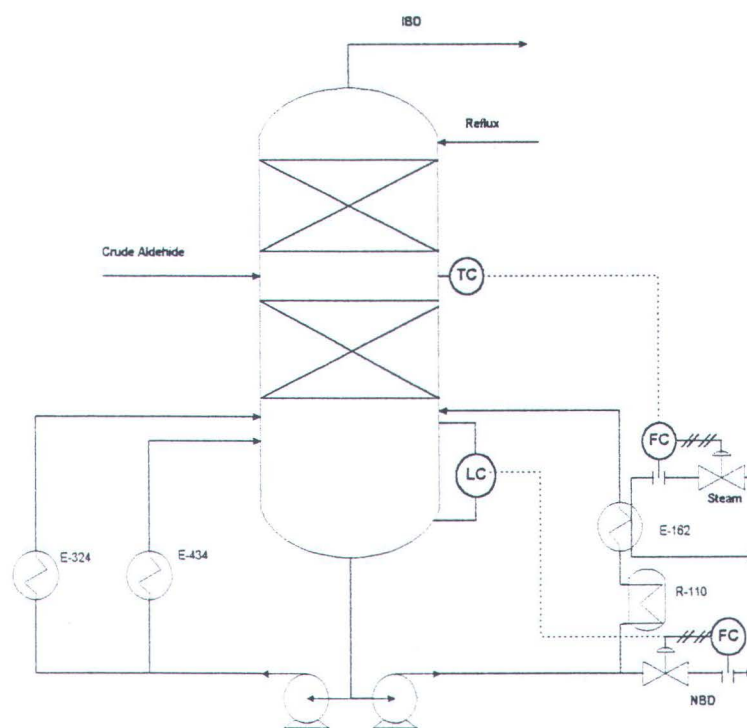
Aliran yang berlawanan antara uap yang naik dengan cairan yang turun mengakibatkan persinggungan. Pada saat kontak terjadi, maka temperatur, tekanan dan konsentrasi komponen tiap tray berada dalam kondisi kesetimbangan. Komponen ringan dalam distilasi biner memiliki konsentrasi yang lebih sedikit dalam fase uap, sedangkan komponen berat cenderung memiliki konsentrasi yang banyak dalam fase cairan. Semakin keatas uap yang mengalir, maka semakin banyak komponen ringan yang dikandungnya, dan semakin kebawah cairan yang mengalir maka semakin banyak komponen besar yang dikandungnya.

BAB III

DISKRIPSI PLANT DAN ARSITEKTUR JARINGAN

3.1 Diskripsi Plant Distillation Column

Distillasi adalah suatu alat untuk proses pemisahan senyawa atau larutan menjadi dua bagian atau lebih. Pada proses Distillasi terjadi peristiwa pemisahan komponen dalam fasa cair dan uap berdasarkan pada perbedaan volatility (kemampuan untuk menguap) dari komponen-komponen penyusunnya.

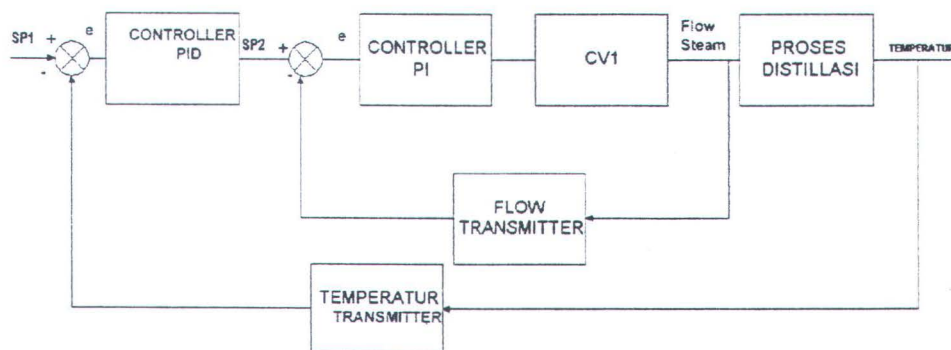


Gambar 3.1 Proses Distillation Column T-160 di PT. Petro Oxo Nusantara

Pada penelitian tugas Akhir ini *plant* yang diambil adalah Distilaltion Column T-160 di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik. Unit operasi ini memisahkan *feed* yang berupa Crude Aldehyde (C_4H_8O) menjadi Iso Butyraldehyde (C_4H_8O)

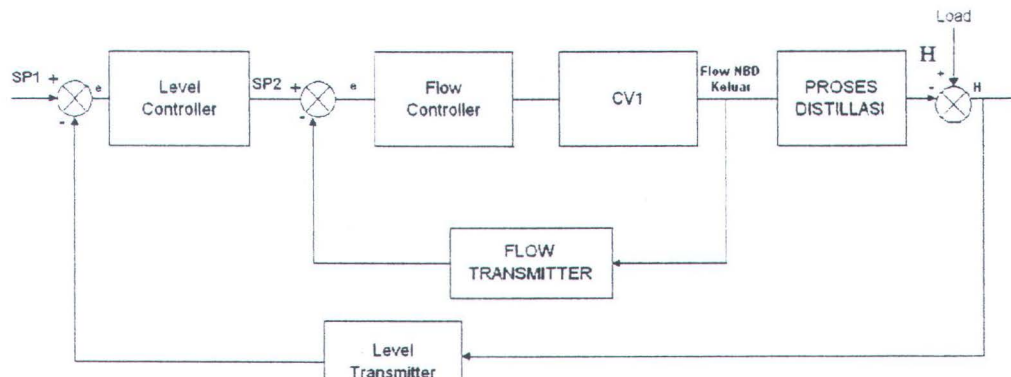
dan Normal Butyraldehyde (C_4H_8O). Proses pemisahan pada Distillasi tidak terjadi reaksi kimia dan hanya terjadi reaksi fisik biasa. Iso Butyraldehyde merupakan produk atas dari Distillation Column dan mempunyai titik didih $63\text{ }^{\circ}\text{C} - 64\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sedangkan Normal Butyraldehyde merupakan produk bawah dengan titik didih lebih dari $75-76\text{ }^{\circ}\text{C}$. Karena jarak perbedaan titik didih yang kecil diantara dua komponen tersebut maka Distillation Column ini dibuat sangat tinggi. Hal ini dimaksudkan terjadi distribusi suhu yang bagus didalam Distillation agar produk yang dihasilkan didapatkan kemurnian yang tinggi. Kontak fasa pada kolom ini adalah kontinu dan kolom distilasi yang digunakan adalah tipe paket. Distilasi ini dibagi menjadi dua bagian yaitu *rectifying* dan *stripping*. Untuk mendapatkan produk yang diinginkan maka temperatur bagian tengah “Distillation Column” dan cairan yang tertinggal di bawah Distilasi diatur nilainya.

Temperatur *middle* Distillation Column, cairan yang tertahan dibawah kolom adalah variabel terkontrol sedangkan laju aliran refluks, aliran produk bawah adalah variabel termanipulasi. Dari gambaran proses 3.1 tersebut dapat dianalisis sistem dinamiknya dengan cara penurunan model aktualnya.



Gambar 3.2 Diagram Blok Fungsional Sistem Kontrol Temperatur pada Proses Distilasi di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik

Yaitu dengan suatu pendekatan model aktual plant dalam bentuk diagram blok, fungsionalnya seperti gambar 3.2 untuk temperatur dan gambar 3.3 untuk tinggi cairan yang tertahan dibawah kolom.



Gambar 3.3 Diagram Blok Fungsional Sistem Kontrol Level pada Proses Distilasi di PT. Petro Oxo Nusantara

Dari gambar 3.1 dan diagram blok gambar 3.2 dan 3.3 didapatkan penjelasan dari proses Distilasi adalah sebagai berikut :

- ♦ Feed berupa Crude Aldehyde (C_4H_8O) yang berasal dari tangki Tk-141 dan dipompa pada preheater (E-161) dijadikan masukan dari Distilasi Column T-160. Dimana CrudeAldehyde tersebut memiliki besar temperatur tertentu dengan laju aliran (flow) yang konstan. Hasil yang diinginkan adalah terpisahnya CrudeAldehyde(C_4H_8O) menjadi Iso Butyraldehyde (C_4H_8O) dan Normal Butyraldehyde (C_4H_8O) atau yang dikenal dengan nama IBD dan NBD. Selanjutnya Distilasi mengalami proses pemanasan yang suply panasnya berasal dari tiga buah Heat Exchanger pada bagian bawah kolom Distilasi. Pada Distillation Column T-160 dua buah Heat Exchanger

yang menjadi sumber pemanas yaitu E-324 dan E-434 besarnya selalu konstan. Sedangkan untuk Heat Exchanger E-162 supply panas yang dihasilkan berubah-ubah hal ini dimaksudkan agar menjaga Temperatur pada Distillation Column pada suhu yang diinginkan. Fluida pemanasnya berasal dari flow steam yang dihasilkan pada bagian *utilities* untuk memanaskan NBD pada bagian bawah kolom yang dipompa melalui R-110 dan kemudian menuju Heat Exchanger (E-162) dan dialirkan lagi menuju Distillasi Column. Proses pengendalian suhu bagian tengah Distillsi dapat dilihat pada gambar 3.2. Kondisi besaran flow steam sendiri cenderung tidak stabil atau dapat dikatakan berubah-ubah. Kemudian sensor flow mengukur mengukur besaran tersebut dan diubah oleh flow transmitter(FT) menjadi sinyal elektrik. Sinyal tersebut menjadi masukan bagi Flow Controller (FC-1603) untuk dibandingkan dengan setpoint yang diberikan. Dalam prosesnya FC memberikan aksi kontrol Proporsional Integral (PI), dan memberikan sinyal elektrik yang diubah ke sinyal pneumatik sebesar 3-15 psia oleh I/P Converter sebagai suplai udara untuk menggerakkan Control Valve (CV1) sehingga terjadi proses buka tutup valve. Dengan Flow Controller maka laju flow steam memiliki harga tertentu mengikuti setpoint (SP2) yang diberikan. Besar kecilnya laju flow ini memberikan pengaruh terhadap suhu pada bagian tengah Distillasi . Lalu apabila suhu yang dihasilkan (prosess variable) tidak sesuai dengan SP1 maka Controller Temperatur (TC-1602) akan memberikan aksi kontrol PID dan mengeluarkan sinyal elektrik yang menjadi SP2 bagi flow controller. Besar kecilnya flow steam mempengaruhi suhu bagian tengah Distillation

Column. Karena terjadi pemanasan dalam Distillation Column maka senyawa yang memiliki titik didih lebih rendah yaitu IBD ($63^{\circ}\text{C} - 64^{\circ}\text{C}$) akan menjadi uap dan akan menjadi produk atas. Sedangkan senyawa yang memiliki titik didih lebih tinggi yaitu NBD akan turun kebawah menjadi produk bawah. Persinggungan antara uap dan cairan terjadi pada bagian packed dari distilasi yaitu bagian yang diberi tanda silang pada gambar 3.1. Dapat diartikan bahwa pada proses Distilasi terjadi pemisahan senyawa atau larutan berdasarkan titik didih dari masing-masing komponen.

- ♦ Tahap berikutnya adalah peninjauan terhadap proses reflux . Pada gambar 3.1 dapat dilihat uap panas berupa IBD didinginkan melewati kondenser dan dialirkan masuk menuju tangki penyimpanan atau yang lebih dikenal sebagai reflux drum. Beberapa dari cairan dialirkan kembali kedalam Distillation yang disebut sebagai reflux dan sisanya dialirkan keluar sebagai produk atas. Tujuan dari reflux adalah untuk menjaga kondisi suhu dibagian atas kolom agar stabil. Kondisi besaran flow reflux sendiri adalah konstan.
- ♦ Tahap berikutnya kita tinjau level yang berada pada bagian bawah dari Distillation Column. Cairan yang tertinggal dibawah merupakan senyawa Normal Butyratehyde (NBD) yang mempunyai titik didih lebih tinggi dibanding IBD. Pada saat terjadi pemanasan pada Distillation Column bisa diasumsikan seluruh senyawa NBD tidak ikut menguap dan jatuh kebawah dalam bentuk liquid. Distillation Kolom bagian bawah juga berfungsi sebagai tangki penyimpanan untuk produk bawah yaitu NBD. Sebagian dari produk bawah dialirkan kembali menuju Heat Exchanger yang berjumlah tiga buah dimaksudkan supaya memberikan energi panas

pada Distillation Column. Pada gambar 3.3 dapat dilihat untuk mengatur tinggi cairan pada bagian bawah distilasi flow NBD yang keluar diatur besarnya. Sensor flow disini mengukur besaran NBD yang keluar lalu sinyal tersebut dirubah oleh Flow Transmitter (FT) menjadi sinyal elektrik. Sinyal tersebut menjadi masukan bagi Flow Controller untuk dibandingkan dengan set point. Dalam prosesnya FC memberikan aksi kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID), dan memberikan sinyal elektrik yang diubah ke sinyal pneumatik sebesar 3-15 psia oleh I/P Converter sebagai suplai udara untuk menggerakkan Control Valve (CV2) sehingga terjadi proses buka tutup valve. Dengan Flow Controller maka laju flow NBD memiliki harga tertentu mengikuti setpoint (SP2) yang diberikan. Pada gambar 3.3 juga dapat dilihat bahwa ketinggian level cairan juga dipengaruhi oleh load yang berasal dari aliran liquid yang masuk pada bagian bawah Distilasi kolom. Pada tugas akhir ini load yang pada bagian bawah Distilasi dianggap konstan. Besar kecilnya laju flow NBD pada bagian bawah kolom ini memberikan pengaruh terhadap level pada bagian bawah Distilasi. Pada gambar Tinggi level cairan (H) besarnya dikirimkan oleh Level Transmitter (LT) dan dibandingkan dengan SP1 untuk menghasilkan error yang menjadi masukan untuk Level Controller. Sinyal kendali keluaran dari Level Controller menjadi set point (SP2) untuk flow controller.

3.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Pada bagian 3.1 tentang diskripsi plant telah diketahui input dan output dari proses. Input dari plant berupa *manipulated variable* dan ouput dari plant berupa *controlled variable*. Dimana pada proses Distillation Column memiliki 2 *controlled variable* dan 2 *manipulated variable*. Temperatur Distilasi dan Level Bawah cairan merupakan variabel terkontrol dan flow steam dan flow NBD merupakan variabel termanipulasi. Proses distilasi ini merupakan proses MIMO (Multivariable). Bagi sistem NN dalam memilih input, seluruh variabel tersebut telah diketahui mempunyai pengaruh terhadap output plant. Tetapi dalam hal ini tidak diketahui secara numerik dan seberapa besar pengaruh variabel-variabel tersebut. Kedua macam manipulated variabel dan kedua macam controlled variable tersebut menjadi input dan target bagi jaringan. Untuk lebih jelasnya pasangan data training dapat dilihat pada gambar 3.4.a untuk temperatur dan 3.4.b untuk level yang dibuat dalam bentuk grafik, dengan penjelasan sebagai berikut :

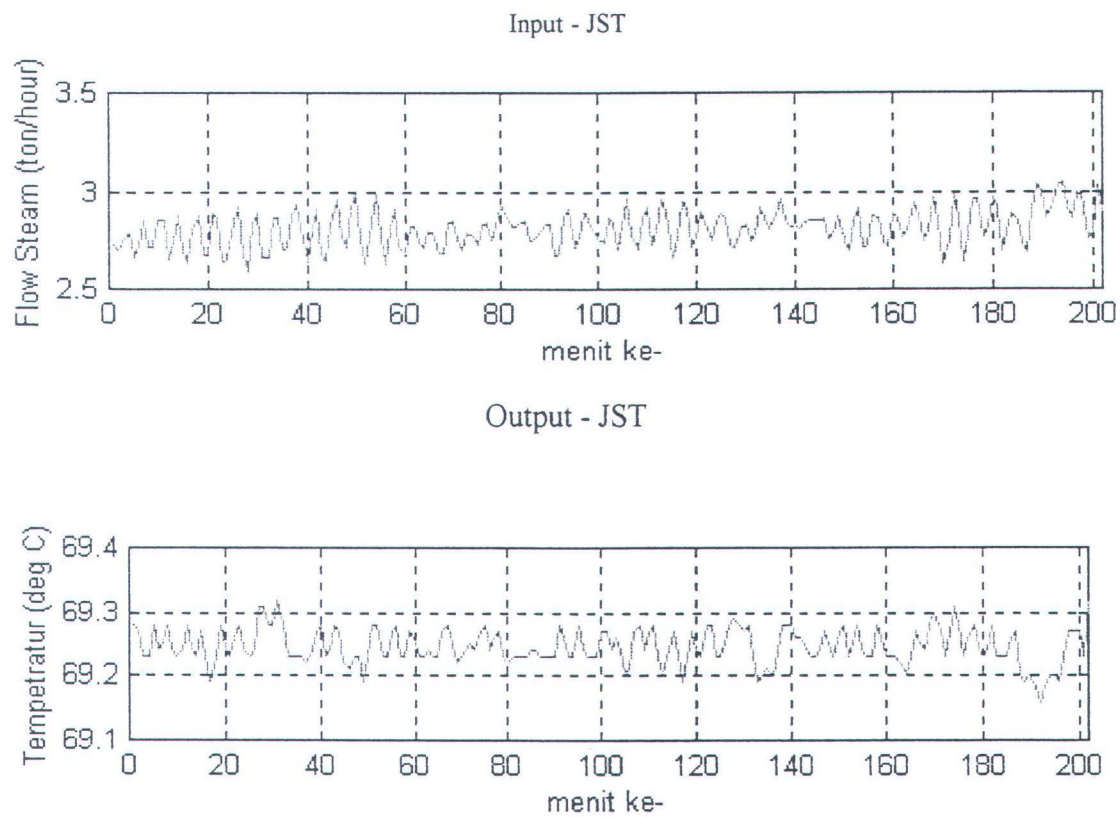
♦ Untuk Gambar 3.4.a

- Grafik pertama, merupakan data *flow steam* (ton/hour) distilasi tiap menit sebanyak 202 data yang menggambarkan input dari JST.
- Grafik kedua, merupakan data *temperature middle Distillation Column* (deg C) tiap menit sebanyak 202 data yang menggambarkan target dari JST.

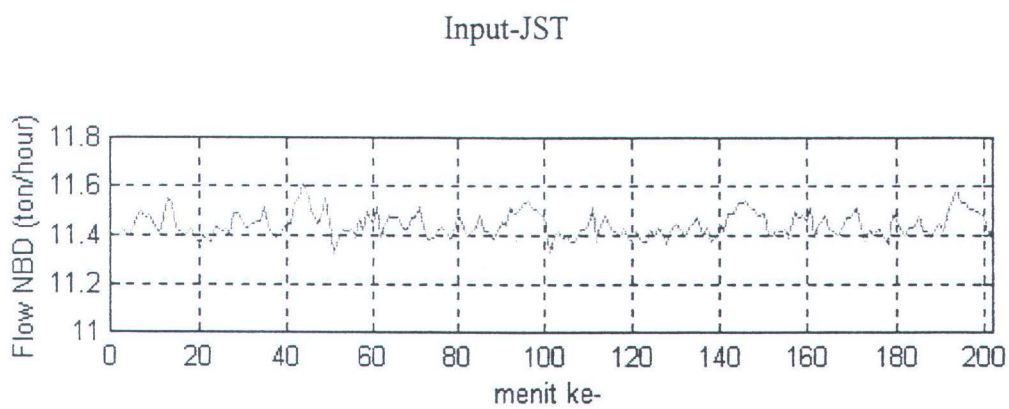
♦ Untuk Gambar 3.4.b

- Grafik pertama, merupakan data *flow NBD* (ton/hour) distilasi tiap menit sebanyak 202 data yang menggambarkan input dari JST.

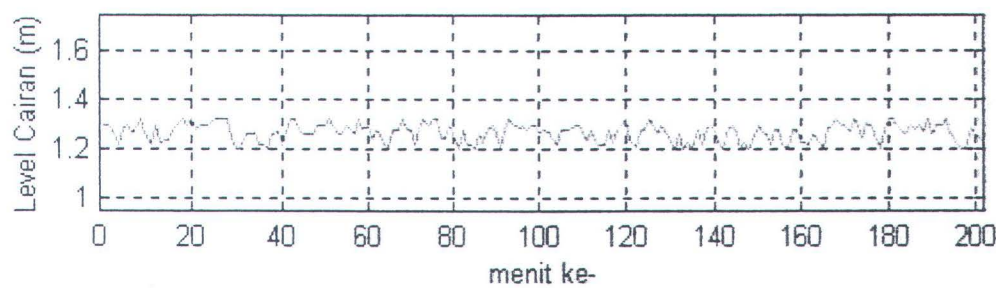
- Grafik kedua, merupakan data *Level* Cairan bagian bawah Distilasi (m) tiap menit sebanyak 202 data yang menggambarkan target dari JST.



Gambar 3.4.a Data Fisis Proses Distillation Column Di PT. Petro Oxo Nusantara



Output-JST



Gambar 3.4.b Data Fisis Proses Distillation Column Di PT. Petro Oxo Nusantara

Tabel 3.1.a Cuplikan beberapa pasangan Input-Output data numerik JST

model temperatur

Menit ke – (Samples)	Flow Steam	Temperature
1	2.73	69.28
2	2.69	69.27
3	2.75	69.23
4	2.79	69.23
5	2.66	69.28
6	2.73	69.24
7	2.85	69.25

Tabel 3.1.b Cuplikan beberapa pasangan Input-Output data numerik JST

model level cairan

Menit ke – (Samples)	Flow NBD	Level Cairan
1	11.4	1.3
2	11.4	1.3
3	11.42	1.28
4	11.4	1.22
5	11.42	1.29
6	11.47	1.3
7	11.5	1.26

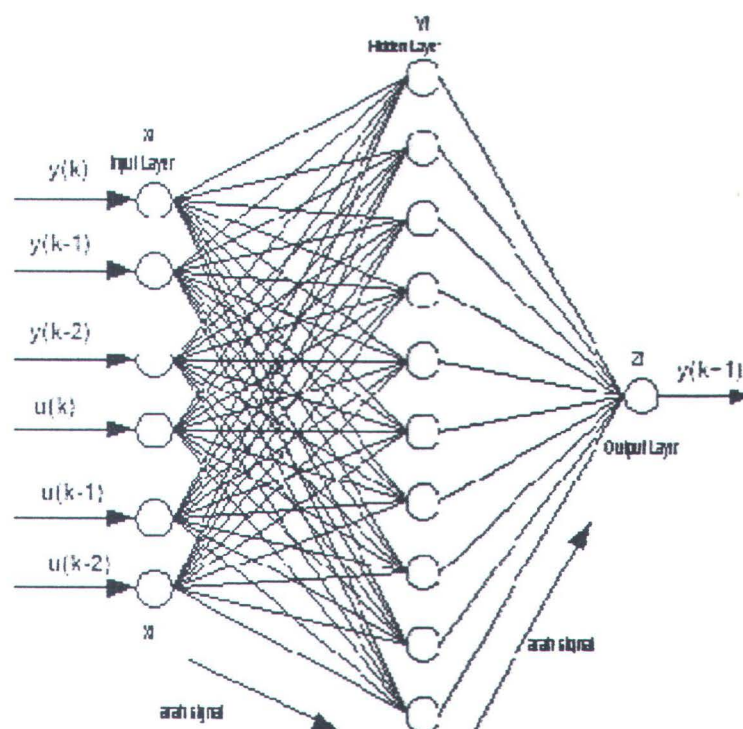
Secara numerik, pasangan data input-output dapat dilihat pada tabel 3.1.a dan 3.1.b di atas.

2. Pemilihan Struktur Model

Seperti halnya penjelasan pada Bab II, struktur model yang digunakan adalah ARX (Auto Regressive Exogeneous). Dimana dapat dijelaskan bahwasanya model ARX mensyaratkan : output JST merupakan fungsi dari output JST yang lalu serta sinyal kontrol (*manipulated variabel*) saat ini dan yang lalu. Dan pada Tugas Akhir ini menggunakan *history length* $n = m = 3$. Dari hasil prosedur eksperiment dan struktur model didapatkan data selengkapnya dari arsitektur yang akan diuji coba, yaitu:

- 1 Lapisan input 6 node
- 1 Lapisan Output 1 node

Untuk lapisan Hidden masih akan dilakukan uji coba pada proses training jaringan. Sehingga dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.5 Arsitektur JST Proses Distillation Column di PT.Petro Oxo Nusantara

Gresik

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam tugas akhir ini pelatihan dilakukan terhadap berbagai macam penentuan dari arsitektur *JST Backpropagation*. Dalam Bab II sudah dijelaskan bahwa pelatihan merupakan suatu bentuk dari prosedur estimasi model.. Pada identifikasi proses ini nantinya akan dicapai sebuah model yang direpresentasikan dengan susunan bobot/ penimbang hasil dari proses pelatihan. Dan untuk menguji keakuratan dari proses Identifikasi akan dilakukan proses validasi dari Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *Back Propagation*..

Pelatihan ini menggunakan data input-output yang terekam pada instrumen *recorder* pada plant Distillation Column di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik. Data keseluruhan yang akan digunakan untuk proses *training* dari jaringan untuk Identifikasi temperatur dan Level dari Distillation Column untuk target menggunakan data matrik dimensi 1x200 data, dalam artian terdapat 1 keluaran yang berisikan 200 buah data. Sedangkan pada laisan input menggunakan data matrik dengan dimensi 6 x 200 dalam artian bahwa terdapat 6 masukan (baris) yang berisi 200 data proses. Karena data-data pelatihan yang didapat berupa data-data fisis maka maka data-data tersebut selanjutnya harus melalui proses normalisasi yaitu membagi semua data dengan data tertinggi. Hal itu dimaksudkan agar meningkatkan respon dari jaringan. Sehingga jaringan dalam mendekati error yang ditetapkan mempunyai respon yang cepat. Penggunaan data-data fisis secara

Langsung. Seperti diketahui bahwa sampai saat ini belum ada algoritma khusus yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah *node* atau unit pada *hidden layer*. Untuk itu agar mendapatkan jumlah *node hidden* yang sesuai dilakukan proses *trial and error*. Sedangkan untuk arsitektur jaringan yang akan diuji cobakan disini adalah sebagai berikut :

- Jumlah *layer hidden* beserta jumlah *node* (unit) pada *layer* tersebut.
- Konstanta momentum
- Konstanta belajar (*learning rate*)

Untuk melihat kinerja masing-masing arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan tersebut, maka pelatihan jaringan dengan pasangan data input dan target tersebut secara bersamaan melakukan pencatatan terhadap pencapaian *error goal* pada saat proses *training* berlangsung untuk iterasi yang disediakan ($\text{max} = 20000 \text{ epoch}$), sedangkan *error goal* yang dipakai untuk target temperatur adalah $1 \cdot 10^{-8}$ dan untuk target level cairan adalah 10^{-6}

Pada saat pelatihan awal untuk mendapatkan *node* pada *hidden layer* angka momentum dan *learning rate* disetting pada angka yang sama yaitu 0,6. Dan untuk pemberian nilai bobot/ penimbang awal adalah *random*. Pada percobaan ini dilakukan 11 kali pelatihan dimana jumlah *node hidden* untuk masing-masing model ditentukan oleh jumlah respon tercepat jaringan untuk mencapai *error goal* yang ditentukan. Dan berdasarkan setiap percobaan proses training untuk masing-masing jaringan didapatkan hasil pada tabel 4.1.a dan 4.1 b dibawah ini

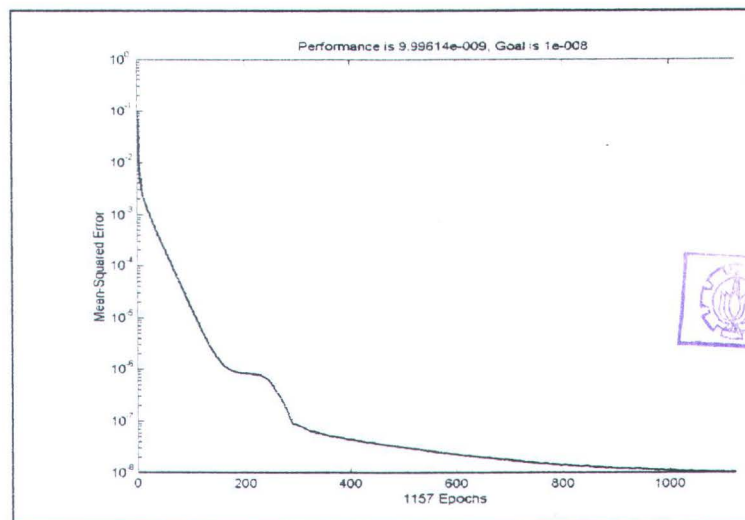
Tabel 4.1.a Jumlah *node hidden*, iterasi dan error *training*
Model Temperatur

Layer Hidden		Iterasi	Error Pelatihan
H1	H2		
8	8	20000	$1,00649 \cdot 10^{-8}$
8	-	20000	$2,34223 \cdot 10^{-8}$
9	-	20000	$2,1022 \cdot 10^{-8}$
10	-	10643	$9,99883 \cdot 10^{-9}$
11	-	4445	$9,99946 \cdot 10^{-9}$
12	-	20000	$1,21801 \cdot 10^{-8}$
13	-	20000	$1,21384 \cdot 10^{-9}$
14	-	1551	$9,99754 \cdot 10^{-9}$
15	-	3666	$9,99921 \cdot 10^{-9}$
16	-	1157	$9,99773 \cdot 10^{-9}$
17	-	2868	$9,99773 \cdot 10^{-9}$

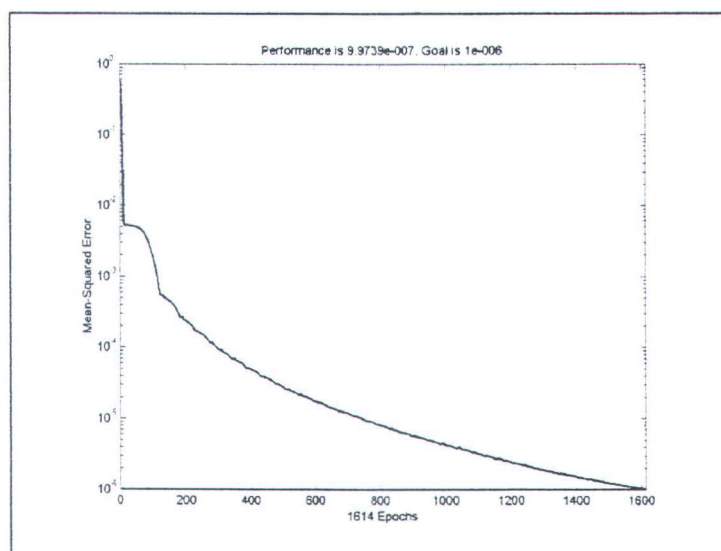
Tabel 4.1.b Jumlah *node hidden*, iterasi dan error *training*
Model Level Cairan

Layer Hidden		Iterasi	Error Pelatihan
H1	H2		
7	7	20000	$3,14307 \cdot 10^{-7}$
7	-	19664	$9,99933 \cdot 10^{-7}$
8	-	20000	$2,04587 \cdot 10^{-6}$
9	-	20000	$6,17729 \cdot 10^{-6}$
10	-	4707	$9,99918 \cdot 10^{-7}$
11	-	20000	$1,92269 \cdot 10^{-6}$
12	-	20000	$1,16656 \cdot 10^{-6}$
13	-	20000	$1,03646 \cdot 10^{-6}$
14	-	12422	$9,99943 \cdot 10^{-7}$
15	-	1614	$9,9739 \cdot 10^{-7}$
16	-	7448	$9,99882 \cdot 10^{-7}$

Berdasarkan hasil tersebut maka dapat ditetapkan untuk arsitektur jaringan model temperatur jumlah *layer hidden* yaitu 1 buah dan jumlah *node hidden* yaitu 16 *node* sedangkan untuk model level cairan jumlah *layer hidden* yaitu 1 buah dan jumlah *node hidden* yaitu 15 *node*. Pemilihan tersebut didasarkan pada iterasi yang dicapai minimal atau dapat dikatakan respon jaringan relatif cepat untuk menuju target untuk error goal yang ditetapkan.



Gambar 4.1.a Respon Error terhadap Epochs untuk uji model temperatur dengan
node hidden = 16



Gambar 4.1.b Respon Error terhadap Epoch untuk uji model Level Cairan dengan
node hidden = 15

Penjelasan untuk gambar 4.1.a dan 4.1.b di atas adalah sebagai berikut :

- ♦ Pada salah satu uji training didapatkan hasil training untuk rata-rata kuadrat error (MSE) yang diijinkan yaitu 10^{-8} untuk model temperatur dan 10^{-6} untuk

model level cairan. Untuk model temperatur dapat dicapai dengan 1157 *epochs* dengan 16 *node* dalam 1 *hidden layer* sedangkan model level cairan dapat dicapai dengan 1614 *epochs* dengan 15 *node* (unit) dalam 1 *hidden layer*. Kedua hasil tersebut merupakan jumlah iterasi minimal dari 11 kali training.

- ◆ Sumbu X pada gambar 4.1.a dan 4.1.b mengindikasikan banyaknya iterasi atau jumlah iterasi yang dilakukan oleh jaringan untuk melakukan proses feed forward dan back-propagation yang bertujuan untuk mendekati error maksimal yang akan dicapai dan digunakan untuk mengukur cepat lambatnya jaringan dalam mempelajari pola atau memberikan respon terhadap inputan yang diberikan.
- ◆ Sumbu Y mengindikasikan rata-rata kuadrat error (Mean Squared Error) dari training yang dilakukan oleh jaringan yang merupakan error goal yang digunakan sebagai parameter untuk membatasi jumlah iterasi yang sekaligus dijadikan sebagai nilai performance bagi jaringan.
- ◆ Pada gambar dapat dilihat bahwa pergerakan grafik merupakan penurunan error terhadap bertambahnya iterasi, hal tersebut disebabkan karena kemampuan jaringan didalam meng-update bobot dan bias sehingga berguna didalam merespon input dan mencocokkan dengan target merupakan sampai error goal yang diijinkan.

Dan untuk lebih memperjelas hasil dari setiap kali uji training dapat dilihat pada lampiran B, dimana terdapat gambar grafik respon hasil training untuk 11 kali percobaan yang dilakukan.

4.1.1 Nilai momentum (μ)

Setelah melakukan penentuan jumlah *layer hidden* dan jumlah *node* pada *layer hidden*, selanjutnya menentukan nilai konstanta momentum. Metode momentum mempunyai prinsip yaitu menambahkan sebagian dari perubahan bobot sebelumnya. Penentuan nilai momentum ini diharapkan agar jaringan mencapai performansi yang optimal. Nilai konstanta momentum yang direncanakan adalah 0,1 sampai dengan 0,9. Sama halnya dengan penentuan jumlah node pada Hidden layer untuk mendapatkan nilai μ yang optimal dilakukan serangkaian percobaan *trial and error*. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2.a dan 4.2.b

Tabel 4.2.a Pengujian dengan nilai momentum dan iterasi yang dicapai untuk model temperatur

μ	Iterasi
0.1	2276
0.2	1919
0.3	1671
0.4	1503
0.5	1330
0.6	1157
0.7	1117
0.8	982
0.9	843

Tabel 4.2.b Pengujian dengan nilai momentum dan iterasi yang dicapai untuk target level cairan

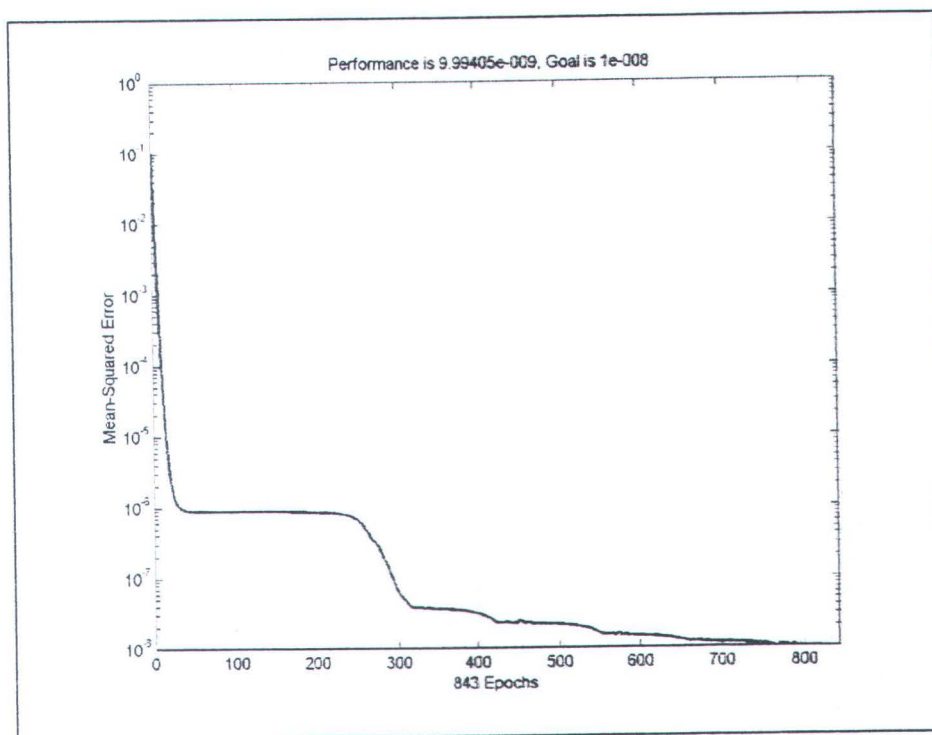
μ	Iterasi
0.1	3369
0.2	2759
0.3	2376
0.4	2084
0.5	1845
0.6	1614
0.7	1585
0.8	1363
0.9	1077

Melalui serangkaian percobaan yang telah dilakukan maka dapat ditetapkan nilai konstanta momentum (μ) yang akan digunakan untuk arsitektur jaringan model temperatur dan level adalah $\mu=0,9$. Pemilihan ini ditetapkan berdasarkan kecenderungan dari harga konstanta momentum dimana waktu yang dibutuhkan pada proses training relatif lebih kecil dibandingkan percobaan lain.

Untuk memperjelasnya diberikan gambar respon dari uji jaringan dengan iterasi paling kecil setiap percobaan hubungan antara nilai μ dengan jumlah iterasi pada gambar 4.2.a untuk model temperatur dan gambar 4.2 b untuk model level cairan.

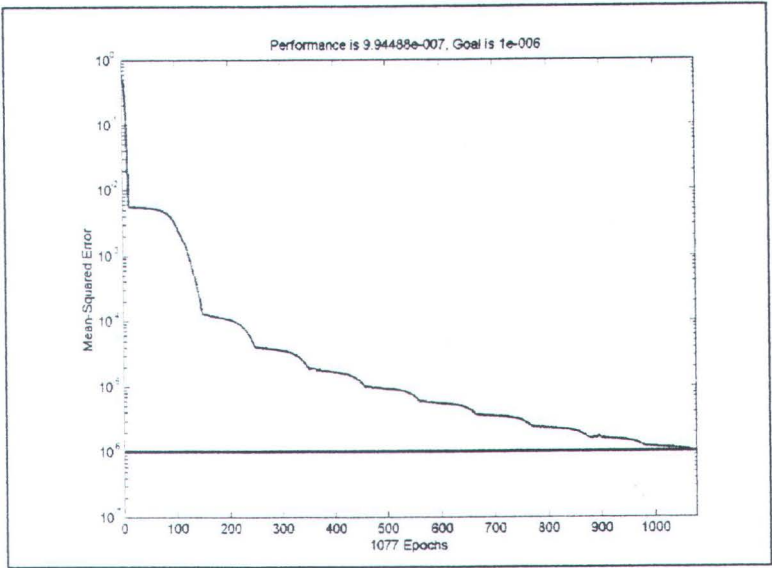
Dan penjelasan gambar 4.2 adalah sebagai berikut:

- ♦ Pergerakan grafik mendekati *error goal* yang diijinkan sesuai dengan gradiennya dan sampai pada batas *error goal* = 10^{-8} (pada sb.Y) grafik berhenti secara otomatis pada iterasi ke-843 (sumbu X) untuk arsitektur jaringan model temperatur (Gambar 4.2.a) . Sedangkan untuk model level cairan (Gambar 4.2.b) grafik berhenti secara otomatis pada batas *error goal* = 10^{-6} (pada sb. Y) dengan iterasi ke-1077 (sumbu X).



Gambar 4.2.a Respon hasil uji jaringan model temperatur dengan $\mu = 0.9$

- ♦ Cepatnya respon jaringan tersebut dikarenakan pemberian nilai yang berbeda pada parameter konstan $\mu = 0,9$ dengan *learning rate* tetap yaitu $\alpha = 0,6$ dan 16 *node* dalam 1 *Hidded layer* untuk
- ♦ model temperatur sedang untuk model level cairan $\mu = 0,9$ dengan *learning rate* tetap yaitu $\alpha = 0,6$ dan 15 *node* dalam 1 *Hidden layer*.
- ♦ Untuk lebih jelasnya, hasil setiap kali percobaan bisa dilihat pada Lampiran B.



Gambar 4.2.b Respon hasil uji jaringan level cairan dengan $\mu = 0.9$

4.1.2 Kecepatan Belajar (*learning rate*)

Parameter learning rate sangat berpengaruh pada intensitas dalam proses belajar , *efektifitas* dan konvergensi grafik dari pelatihan.Penentuan konstanta ini juga melalui *trial and error*. Yaitu dengan memberikan nilai konstanta belajar dari 0.1 – 0.9, dengan nilai konstanta momentum yang tetap (acuan semula) yaitu 0.6. Sehingga didapatkan hasil uji masing-masing jaringan seperti tampak pada tabel 4.3.a dan 4.3 b berikut:

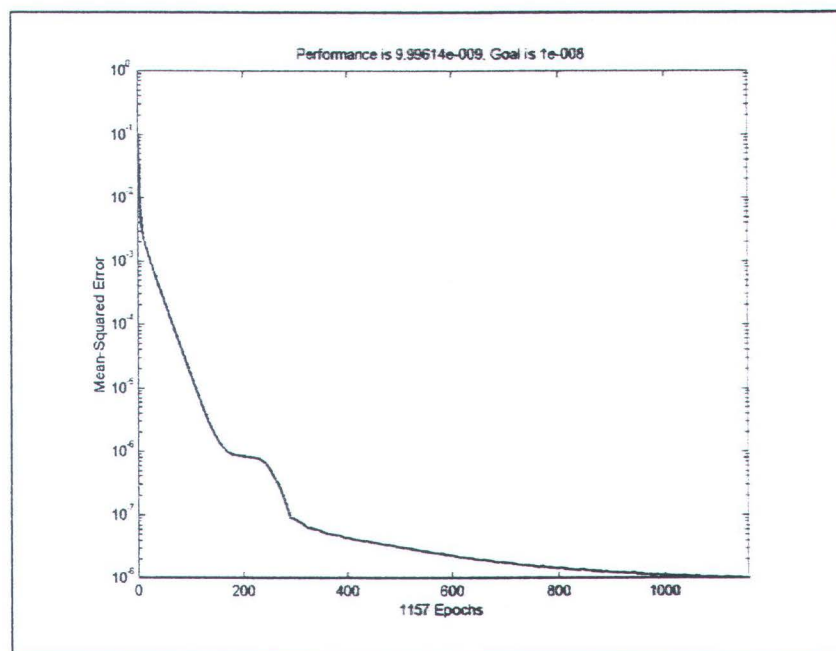
Tabel 4.3.a Nilai *learning rate* dan iterasi yang dicapai untuk model temperatur

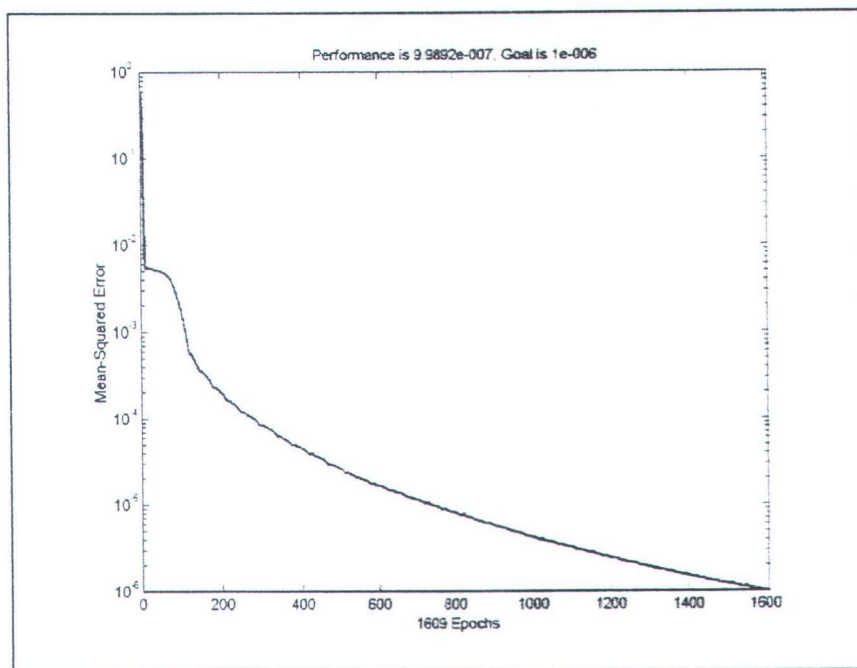
Nilai <i>learning rate</i> (α)	Iterasi
0.1	1244
0.2	1222
0.3	1223
0.4	1216
0.5	1204
0.6	1157
0.7	1199
0.8	1195
0.9	1166

Tabel 4.3.b Nilai *learning rate* dan iterasi yang dicapai untuk model level cairan

Nilai <i>learning rate</i> (α)	Iterasi
0.1	1665
0.2	1657
0.3	1635
0.4	1616
0.5	1617
0.6	1614
0.7	1609
0.8	1644
0.9	1629

Berdasarkan percobaan maka untuk model temperatur ditetapkan nilai konstanta belajar sebesar $\alpha = 0,8$, sedangkan untuk model level nilai konstanta belajar sebesar $\alpha = 0.7$. Diambilnya nilai tersebut dikarenakan cepatnya iterasi yang dicapai daripada percobaan yang lain, dan pemilihan ini berdasarkan konvergensi yang optimal yang dicapai dalam proses pelatihan.

Gambar 4.3.a Respon hasil Uji jaringan untuk model temperatur dengan $\alpha=0.6$



Gambar 4.3.a Respon hasil Uji jaringan untuk model level cairan dengan $\alpha=0.7$

Penjelasan gambar diatas adalah sebagai berikut:

- Grafik diatas menggambarkan hubungan antara 2 parameter uji training yaitu sb. Y adalah Mean Square Error dan sb. X adalah jumlah iterasi yang dilakukan oleh jaringan dalam proses merespon inputan. Grafik berhenti secara otomatis pada batas *error goal* = 10^{-8} dan terjadi pada iterasi ke-1157 (sumbu X) untuk model temperatur dan pada batas *error goal* = 10^{-6} dan pada iterasi ke-1609 (sumbu X) untuk model level cairan.
- Cepatnya respon penurunan error jaringan tersebut dikarenakan pemberian nilai yang berbeda pada parameter konstan $\alpha = 0,6$ dengan *momentum* tetap $\mu = 0,6$ dan 16 *node* dalam 1 *Hidded layer* untuk model temperatur dan $\alpha = 0,7$ juga dengan *momentum* tetap $\mu = 0,6$ dan 15 *node* dalam 1 *Hidden layer*.

Untuk hasil uji dengan nilai learning rate yang berbeda, dapat dilihat pada lampiran B pada buku Tugas Akhir ini.

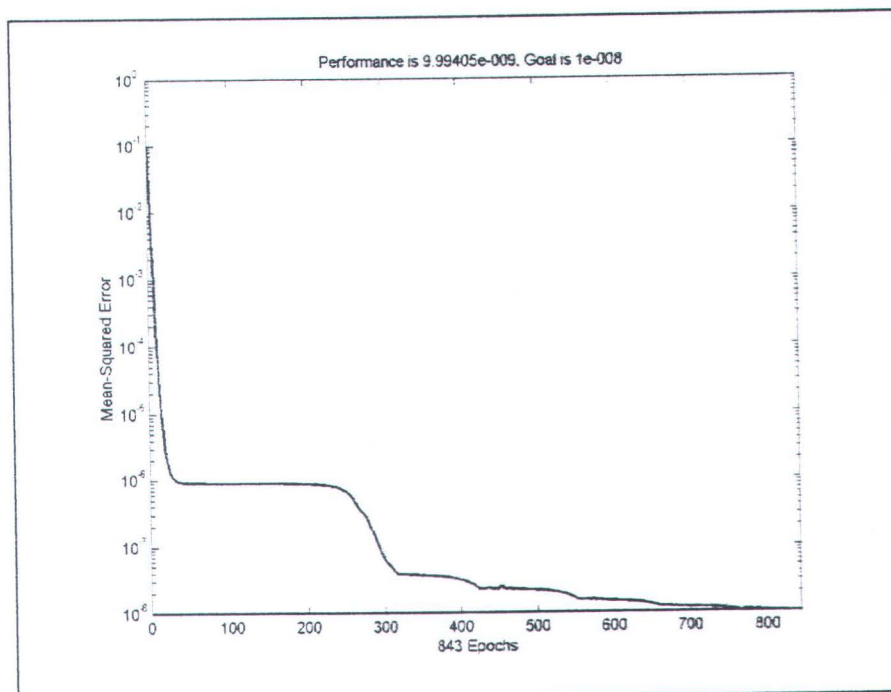
4.1.3 Proses Penentuan Bobot

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan bobot yang nantinya akan digunakan untuk proses validasi model, apakah model jaringan yang telah dirancang dapat diterima atau tidak. Pada tahap ini semua parameter-parameter yang telah dihasilkan sebelumnya yaitu jumlah node, nilai konstanta momentum (μ), dan *learning rate* (α) digunakan untuk memperoleh bobot jaringan sebelum proses pengujian dilakukan. Berdasarkan hasil pelatihan diatas maka untuk masing-masing jaringan didapatkan parameter-parameter seperti tampak pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Parameter-parameter penentuan bobot

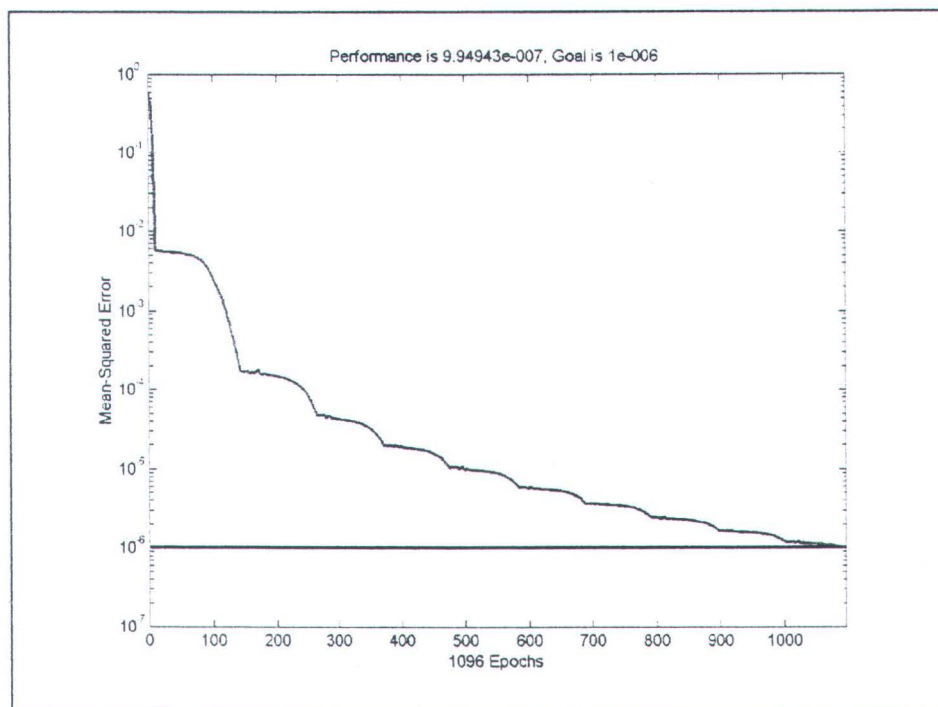
Target	Jumlah Node Hidden	Nilai Konstanta Momentum (μ)	Nilai learning rate (α)
Temperatur	16	0.9	0.6
Level Cairan	15	0.9	0.7

Jaringan akan memberikan komposisi bobot sesuai dengan fungsi aktifasinya dan komposisi bobot tersebut selanjutnya disimpan dalam suatu *file*, dan terus digunakan untuk update bobot dimana selisih bobot ke-t dengan bobot ke-(t-1) akan dimultiplikasikan dengan nilai momentum pada saat proses propagasi balik. Hasil proses training dapat ditampilkan dengan grafik respon perbandingan antara *error goal* dengan jumlah iterasi pada gambar 4.4.a dan 4.4.b, dibawah ini :



Gambar 4.4.a Respon hasil Proses Training jaringan untuk model Temperatur

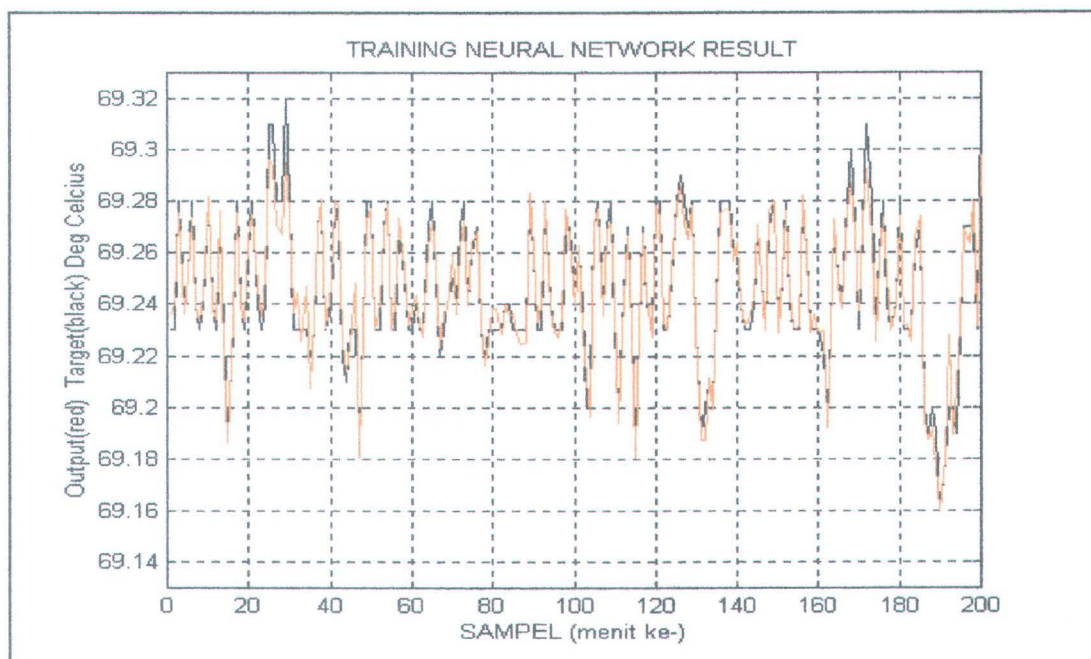
- Grafik dibawah menggambarkan hubungan antara 2 parameter uji training yaitu sb. Y adalah Mean Square Error dan sb. X adalah jumlah iterasi yang dilakukan oleh jaringan dalam proses merespon inputan akibat adanya error yang ditimbulkan antara output jaringan dengan target yang diberikan.
- Pergerakan grafik ke arah nilai 0.00000001 (sumbu Y) untuk model temperatur dan nilai 0,000001 untuk model level cairan yang merupakan error goal yang diinginkan, dengan bertambahnya jumlah iterasi yang berawal dari iterasi ke -1 dan proses pergerakan grafik berakhir pada iterasi ke 843 untuk model temperatur sedangkan pada model level cairan berakhir pada iterasi ke-1096 dikarenakan error goal sudah mencapai nilai yang diinginkan.



Gambar 4.4.b Respon hasil Proses Training jaringan untuk model level cairan

- Cepatnya respon jaringan tersebut dikarenakan pemberian nilai yang berbeda pada parameter konstan dari hasil pengujian yang terbaik. Kriteria terbaik dilihat dari konstanta terbaik yaitu $\alpha = 0,6$ dan $\mu = 0,9$ dengan 16 *node* dalam 1 *Hidden layer* untuk model temperatur sedangkan model level cairan tecapai konstanta terbaik yaitu $\alpha = 0,7$ dan $\mu = 0,9$ dengan 15 *node* dalam 1 *Hidden layer*. Penentuan tersebut berdasar pada kriteria jumlah iterasi minimal setiap pengujian .

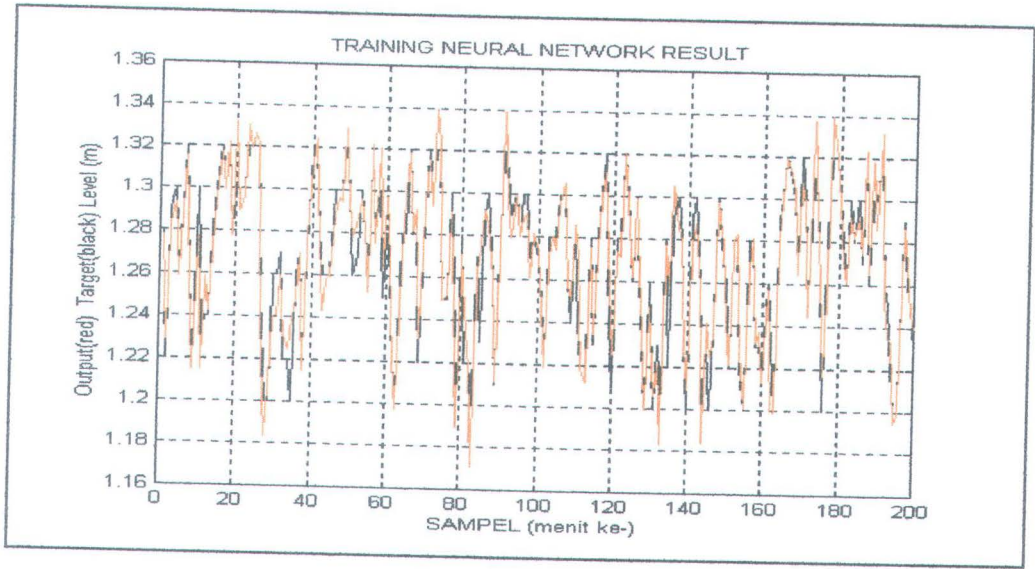
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari hasil simulasi training pada gambar 4.5.a dan 4.5 .b, yaitu grafik perbandingan antara nilai keluaran jaringan dengan target yang diberikan yang tidak lain adalah nilai temperatur kolom Distilasi untuk 4.5.a dan tinggi level cairan untuk 4.5.b yang merupakan output dari proses yang dimodelkan.



Gambar 4.5.a Grafik Perbandingan antara Output Actual dengan Output JST
untuk target temperatur

Berdasarkan gambar 4.5 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Garis warna merah adalah output JST atau jaringan dan warna hitam adalah output aktual proses yang dijadikan target pada proses training. Dimana pada gambar 4.5.a sumbu Y menggambarkan nilai besaran fisis temperatur (Celcius) sedangkan untuk gambar 4.5.b menggambarkan nilai besaran fisis level cairan (m). Dan sumbu X menyatakan jumlah sample pengambilan data yaitu pada menit ke-1 sampai menit ke-200 pada proses Distillation Column..
- Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa jaringan mampu melakukan proses pembelajaran dengan baik, dimana ditunjukkan dengan hasil output JST yang cocok dengan output aktualnya. Dari hasil yang konvergen inilah



Gambar 4.5.b Grafik Perbandingan antara Output Actual dengan Output JST untuk level cairan

didapatkan bobot hasil training yang merupakan representasi dari model jaringan yang akan digunakan pada proses validasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4.a Cuplikan nilai bobot antara layer input dengan hidden untuk model temperatur

V ₁₁	-0.0072e+003	V ₂₁	-1.3606e+003
V ₁₂	-1.5043e+003	V ₂₂	0.5642e+003
V ₁₃	1.0300e+003	V ₂₃	0.9323e+003
V ₁₄	-1.0528e+003	V ₂₄	-0.7579e+003
V ₁₅	2.1791e+003	V ₂₅	0.3554e+003
V ₁₆	1.6072e+003	V ₂₆	-0.3444e+003
V ₁₇	-0.4196e+003	V ₂₇	-2.1738e+003
V ₁₈	1.2119e+003	V ₂₈	-2.3437e+003
V ₁₉	-1.8277e+003	V ₂₉	-1.4752e+003
V ₁₁₀	-0.2724e+003	V ₂₁₀	-2.2117e+003
V ₁₁₁	2.2848e+003	V ₂₁₁	-0.6125e+003
V ₁₁₂	1.2750e+003	V ₂₁₂	1.2735e+003
V ₁₁₃	-1.4976e+003	V ₂₁₃	-2.1212e+003
V ₁₁₄	1.5941e+003	V ₂₁₄	-2.1819e+003
V ₁₁₅	0.7060e+003	V ₂₁₅	0.6162e+003
V ₁₁₆	-2.1139e+003	V ₂₁₆	0.6265e+003

Tabel 4.4.b Cuplikan nilai bobot antara layer input dengan hidden untuk
model level cairan

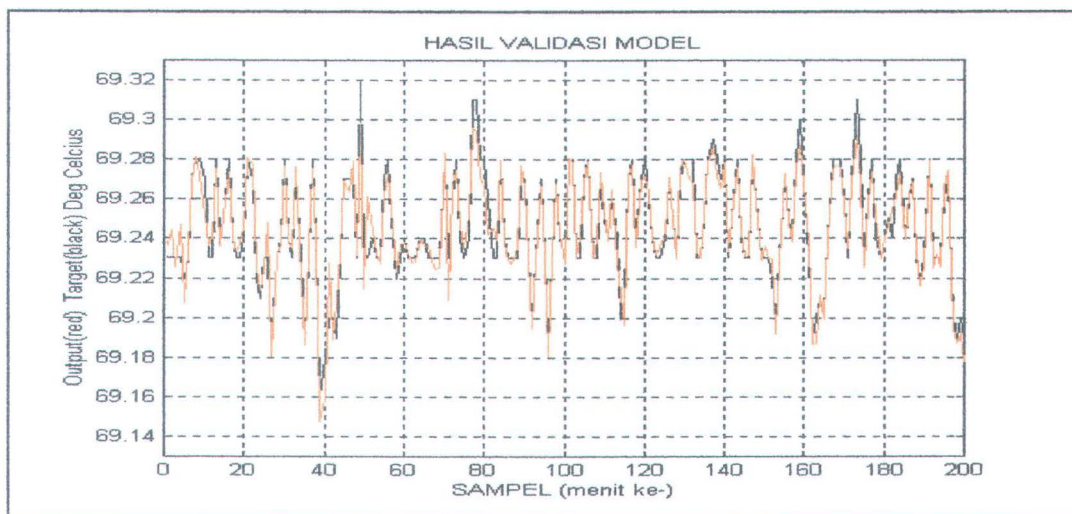
V ₁₁	-2.4890980e+002	V ₂₁	3.1233004e+002
V ₁₂	4.1543482e+002	V ₂₂	-2.5757002e+002
V ₁₃	-5.4002618e+002	V ₂₃	-6.6923406e+001
V ₁₄	2.5030475e+002	V ₂₄	4.0482348e+002
V ₁₅	5.6344310e+002	V ₂₅	2.1937528e+002
V ₁₆	5.7955422e+002	V ₂₆	-3.3992718e+002
V ₁₇	3.5705962e+002	V ₂₇	4.1933071e+002
V ₁₈	-8.5935207e+001	V ₂₈	1.8038919e+002
V ₁₉	-2.1299125e+000	V ₂₉	-4.6712302e+002
V ₁₁₀	-4.5164007e+002	V ₂₁₀	-4.6242195e+002
V ₁₁₁	1.6950834e+002	V ₂₁₁	1.2663640e+002
V ₁₁₂	-1.7671610e+002	V ₂₁₂	1.2751212e+002
V ₁₁₃	5.5119924e+002	V ₂₁₃	-1.5513911e+002
V ₁₁₄	4.0725606e+002	V ₂₁₄	1.3504748e+002
V ₁₁₅	-9.4126984e+001	V ₂₁₅	-5.1936534e+001

Tabel 4.4 menunjukkan nilai bobot V_{ij} yaitu bobot antara layer input dengan layer hidden, dengan jumlah 96 bobot untuk model temperatur dan 90 bobot untuk level cairan. Dan antara layer hidden dengan layer output ada 16 buah bobot untuk model temperatur dan 15 buah bobot untuk model level cairan dengan notasi W_{jk} . Untuk keseluruhan nilai bobot diberikan pada lampiran C.

4.2 Proses Validasi Model

Tahap yang dilakukan pada proses pengujian (*validasi*) adalah dengan memasukkan data-data vektor input yang belum ditraining. Seperti yang tersebut pada Bab III proses validasi ini hanya menggunakan proses feedforward dari backpropagation. Disini yang terjadi adalah apakah bobot yang dihasilkan pada saat proses training dan parameter lainnya mampu merespon input yang belum ditraining. Pada proses validasi ini juga dapat menjadi acuan bahwasanya apakah

model jaringan yang telah dirancang bisa diterima ataukah tidak. Dan acuan yang digunakan adalah prediction error.

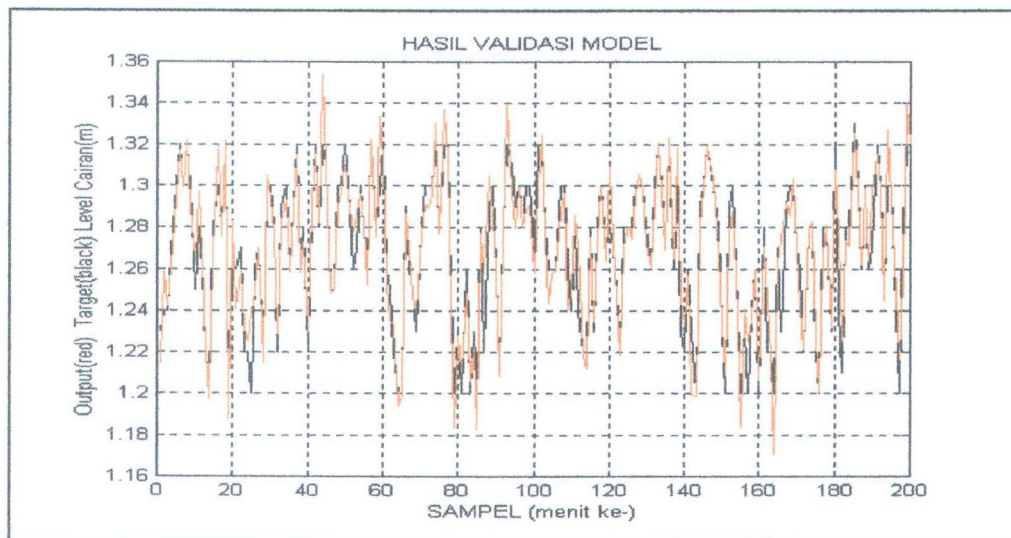


Gambar 4.6.a Grafik perbandingan antara output aktual dengan output JST untuk model temperatur

Berdasarkan gambar 4.6.a dan 4.6.b dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Garis warna merah adalah output JST atau jaringan dan warna hitam adalah output aktual proses yang dijadikan target pada proses validasi. Berdasarkan gambar 4.6.a sumbu Y menggambarkan nilai dari besaran fisis temperature ($^{\circ}\text{Celcius}$) dan pada gambar 4.6.b sumbu Y menggambarkan nilai besaran fisis level cairan (meter). Pada sumbu X menyatakan jumlah sample yaitu pada jam ke-1 sampai jam ke-200 pada proses pengambilan data.
- Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa jaringan mampu melakukan proses pembelajaran dengan baik, dimana ditunjukkan dengan hasil output JST

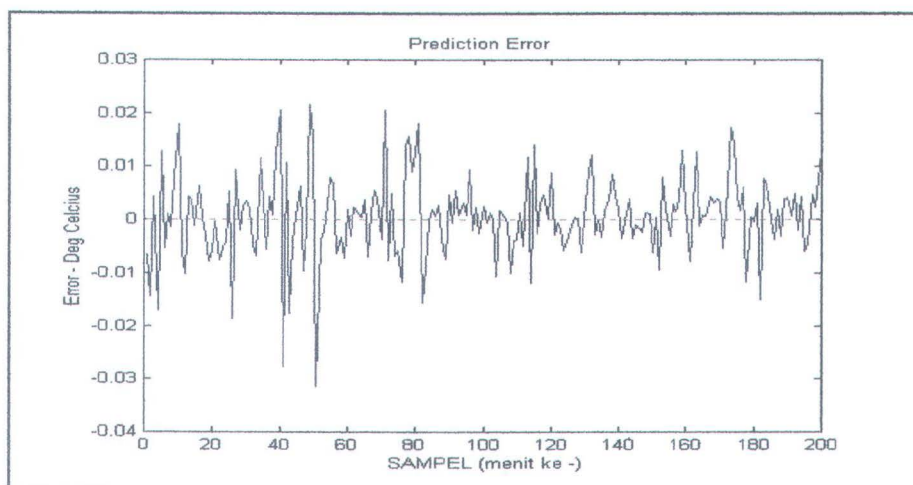
yang cocok dengan output aktualnya dan bagaimana jaringan bisa menyesuaikan dengan pola target.



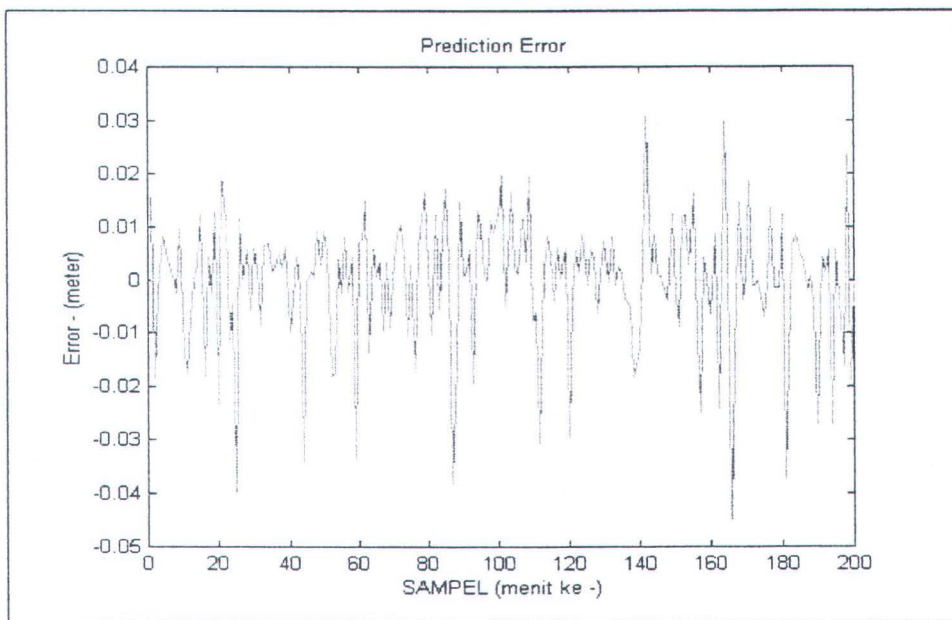
Gambar 4.6.a Grafik perbandingan antara output aktual dengan output JST untuk model level

Dari hasil simulasi dari proses validasi dapat ditentukan performance sistem JST dengan beberapa cara, yaitu:

- Berdasarkan prediksi error



Gambar 4.7.a Prediksi Error model Temperatur



Gambar 4.7.b Prediksi Error model Level cairan

Error Prediksi (E) adalah output target dikurangi dengan output dari model Jaringan Syaraf Tiruan. Pada gambar 4.7 dijelaskan bahwasanya besarnya nilai dari error prediksi suhu keluaran (sumbu Y) terhadap jumlah sample dari jam ke-1 sampai jam ke-200.

Untuk performansi model dapat ditunjukkan pada tabel beberapa cuplikan nilai numerik dari output aktual dengan output JST berikut :

Tabel 4.5.a Error dari output model JST dengan data output proses untuk target temperatur

Menit ke-	Output Proses	Output JST	Nilai Error JST
1	69.23	69.2365	-0.0065
2	69.28	69.2815	-0.0015
3	69.25	69.2512	-0.0012
4	69.27	69.2776	-0.0076
5	69.24	69.2372	0.0028
6	69.23	69.2356	-0.0056

Tabel 4.5.a Error dari output model JST dengan data output proses
untuk target level cairan

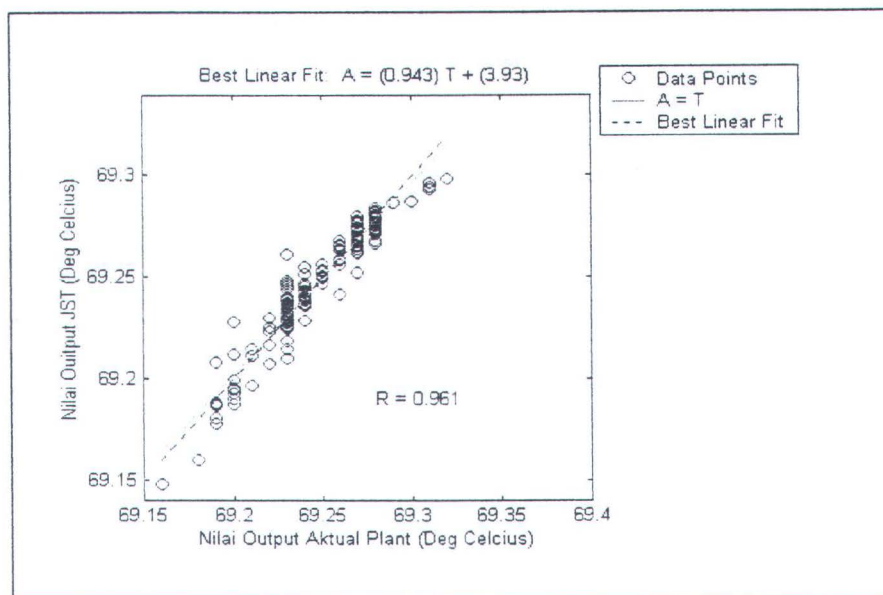
Menit Ke-	Output Proses	Output JST	Nilai Error JST
1	1,23	1,2146	0.0154
2	1,24	1,2586	-0.0186
3	1,24	1,2423	-0.0023
4	1,28	1,2716	0.0084
5	1,3	1,2947	0.0053
6	1,34	1,3175	0.0006

Dari daftar tabel error diatas dapat dikatakan bahwa model jaringan yang dirancang dapat diterima, dikarenakan jaringan mampu menunjukkan sifat adaptasi terhadap input yang diberikan dengan mengikuti pola target, sehingga hasil output JST konvergen. Dimana pada proses validasi ini bobot tidak mengalami pengupdate-an akan tetapi bobot langsung digunakan sebagai model agar keluaran jaringan dapat mengikuti pola target atau aktual output dari proses.

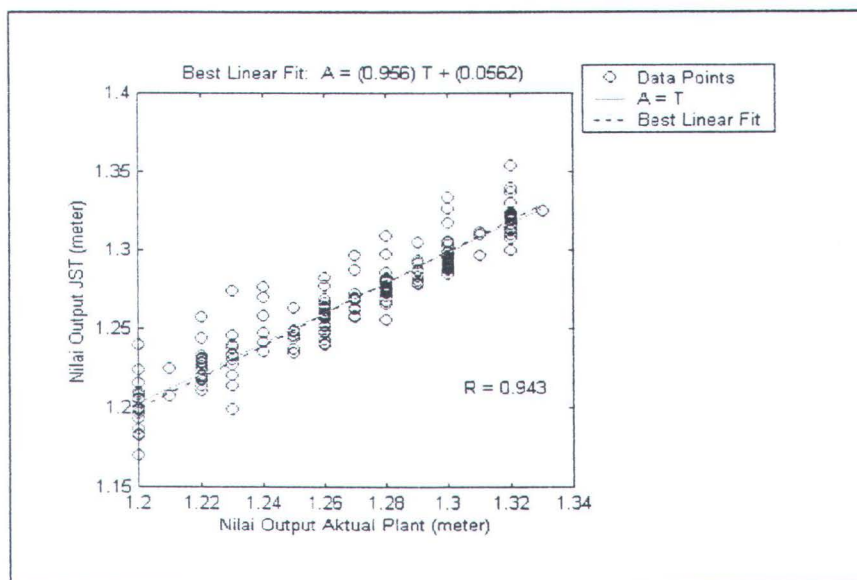
▪ Hubungan Korelasi

Selain dengan cara prediksi error, performance sistem bisa dilihat dari hubungan korelasi antara output aktual sebagai target terhadap output jaringan. Hal ini dinyatakan dalam suatu nilai koefisien korelasi melalui perhitungan dari pendekatan regresi linier. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.8. Dimana gambar 4.8 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Grafik tersebut menggambarkan sebuah regresi linier antara hasil respon jaringan dengan target dari jaringan itu sendiri. Dan sekaligus untuk mengetahui nilai koefisien korelasi antara hasil output jaringan dengan output aktual.



Gambar 4.8.a Kurva fitting antara output aktual dengan output JST untuk model
Temperatur



Gambar 4.8.b Kurva fitting antara output aktual dengan output JST untuk model
Level Cairan

- Korelasi antara hasil output JST dengan target dikatakan sempurna (*perfect fit*) jika nilai untuk koefisien korelasinya adalah satu ($R=1$). Dapat dikatakan nilai *slope*-nya adalah 1 dan y-intercept

- Korelasi antara hasil output JST dengan target dikatakan sempurna (*perfect fit*) jika nilai untuk koefisien korelasinya adalah satu ($R=1$). Dapat dikatakan nilai *slope*-nya adalah 1 dan y-intercept
- Pada grafik dihasilkan bahwa nilai koefisien korelasi antara 2 parameter tersebut adalah $R = 0,961$ untuk model temperatur dan $R = 0,943$ untuk model level cairan. Sehingga dari hasil tersebut dapat diambil sebuah kesimpulan bahwasanya hubungan antara kedua parameter tersebut adalah bagus (*good fit*). Dapat diartikan bahwa model jaringan mampu memetakan masukan yang diberikan sehingga hasil output jaringan mendekati target.
- Hubungan antara kedua parameter tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan regresi linier: $A = 0.943T + 3.93$ untuk model temperatur dan $A = 0.956T + 0.0562$ untuk model level cairan.

Dimana pada gambar:

- o : titik perpotongan antara output JST dengan targetnya.
- : garis linier hasil dari persamaan regresi linier berdasarkan titik-titik perpotongan output JST dan output aktual.
- ----- : garis linier yang sempurna, yang menyatakan hubungan korelasi yang ideal.
- m : Nilai slope grafik linier.
- b : Nilai y – *intercept*.
- R : Nilai regresi, koefisien korelasi.

4.3 Hasil Simulasi

Dari simulasi proses pengujian dan validasi yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hasil dengan kriteria yang terbaik yaitu dari kriteria

banyaknya itersasi dan konvergensi grafik penurunan error yang relatif cepat, adalah sebagai berikut:

- Konfigurasi model JST untuk target temperatur :
 - 1 Layer Input dengan 6 node.
 - 1 Layer Hidden dengan 16 node.
 - 1 Layer Output dengan 1 node.
 - Fungsi Aktifasi yang digunakan adalah Logaritmik Sigmoid.

- Konfigurasi model JST untuk target level cairan :
 - 1 Layer Input dengan 6 node.
 - 1 Layer Hidden dengan 15 node.
 - 1 Layer Output dengan 1 node.
 - Fungsi Aktifasi yang digunakan adalah Logaritmik Sigmoid.

- Parameter-parameter untuk keberhasilan dari proses training pada arsitektur JST dengan target temperatur, untuk Error goal dengan kriteria MSE dicapai pada nilai 0.00000001 dan iterasi ke-843:
 - Nilai konstanta learning rate sebesar 0.6
 - Nilai konstanta momentum sebesar 0.9

- Parameter-parameter untuk keberhasilan dari proses training pada arsitektur JST dengan target level cairan, untuk Error goal dengan kriteria MSE dicapai pada nilai 0.000001 dan iterasi ke-1096
 - Nilai konstanta learning rate sebesar 0.7

- Nilai konstanta momentum sebesar 0.9
- Didapatkan parameter bobot yang merepresentasikan model temperatur untuk distillation Column, adalah sebagai berikut:
 - V_{ij} , yaitu bobot antara Layer Input dengan Layer Hidden sebanyak 96 buah.
 - W_{jk} , yaitu bobot antara Layer Hidden dengan Layer Output sebanyak 16 buah.
- Didapatkan parameter bobot yang merepresentasikan model level cairan untuk distillation Column, adalah sebagai berikut:
 - V_{ij} , yaitu bobot antara Layer Input dengan Layer Hidden sebanyak 90 buah.
 - W_{jk} , yaitu bobot antara Layer Hidden dengan Layer Output sebanyak 15 buah.

Pada akhirnya didapatkan komposisi matrik bobot yang merepresentasikan hasil dari identifikasi proses Distillation Column yang dapat menghasilkan output Jaringan Syaraf Tiruan sesuai dengan data output aktual proses dengan sejumlah kesalahan tertentu. Nilai akhir dari bobot dan bias selanjutnya dapat digunakan untuk perancangan kontrol berbasis model (*model based control*).

BAB V

KESIMPULAN

Secara umum dari hasil pengujian dan analisa dalam pembuatan Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan bahwa:

Identifikasi proses Distillation Column di PT. Petro Oxo Nusantara Gresik dengan Jaringan Syaraf Tiruan metode Backpropagation dapat dilaksanakan dan dihasilkan sebuah model plant yang mencerminkan karakteristik nonlinier dari Distillation Coloum. Berdasarkan kriteria pengujian simulasi hubungan output JST dengan output aktual proses, prediksi error serta hubungan korelasi. Yaitu dengan menunjukkan hasil terbaik untuk error rata-rata yang dicapai antara output JST dengan output aktualnya untuk model temperatur sebesar $\bar{e} = 0.0057$ dan untuk model level cairan $\bar{e} = 0.0088$. Dan hubungan korelasi antara output JST dengan output aktualnya adalah bagus (good fit), ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi, untuk model temperatur $R = 0.961$ untuk model level $R = 0,943$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simon Haykin, "NEURAL NETWORKS : A COMPREHENSIVE FOUNDATION ", Prentice Hall International, Inc., 1994.
- [2] Laurene Fausett, "FUNDAMENTAL OF NEURAL NETWORK: ARCHITECTURES, ALGORITHMS AND APPLICATIONS", Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1994.
- [3] Magnus Norgaard, "NEURAL NETWORK BASED SYSTEM IDENTIFICATION TOOLBOX – FOR USE WITH MATLAB", Version 1.1, Department of Automation, Technical University of Denmark, 1997.
- [4] John G. Kuschewski, Stefen Hui and Stanislaw, "APPLICATION OF FEEDFORWARD NEURAL NETWORK TO DYNAMICAL SYSTEM IDENTIFICATION AND CONTROL, "IEEE Trans on Control System, Vol.1, No.1, March 1993.
- [5] Kumpati S. Narendra, K. Parthasarathy, "IDENTIFICATION AND CONTROL OF DYNAMICS SYSTEM USING NEURAL NETWORKS", IEEE Transaction on Neural Network, Vol.1, No.1, 1990.
- [6] Matthew Van Winkle, "DISTILLATION", McGraw-Hill Book Company, New york, 1980.
- [7]] Katsugiko Ogata, "TEKNIK KONTROL OTOMATIK I", Erlangga, Jakarat 1995
- [8] Bambang L. Widjiantoro, Yul Y. Nazaruddin, "MODELLING OF MULTIVARIABLE PROCESS IN AMMONIA STRIPPER USING NEURAL NETWORK", Seminar Nasional – ITS 2000.
- [9] Frans Gunterus, "FALSAFAH DASAR SISTEM PENGENDALIAN PROSES", PT Elex Media Komputindo, Jakarta 1994.
- [10] F. G. Shinskey, "DISTILLATION CONTROL FOR PRODUCTIVITY AND ENERGY CONSERVATION", McGraw-Hill Book Company, Second Edition, 1973.

- [11] S. Engell, K. Dadhe, "NEURAL NETWORK FOR MODELLING AND CONTROL OF REACTIVE DISTILLATION", Process Control laboratory, University of Dortmund, Germany, 1999.

LAMPIRAN A

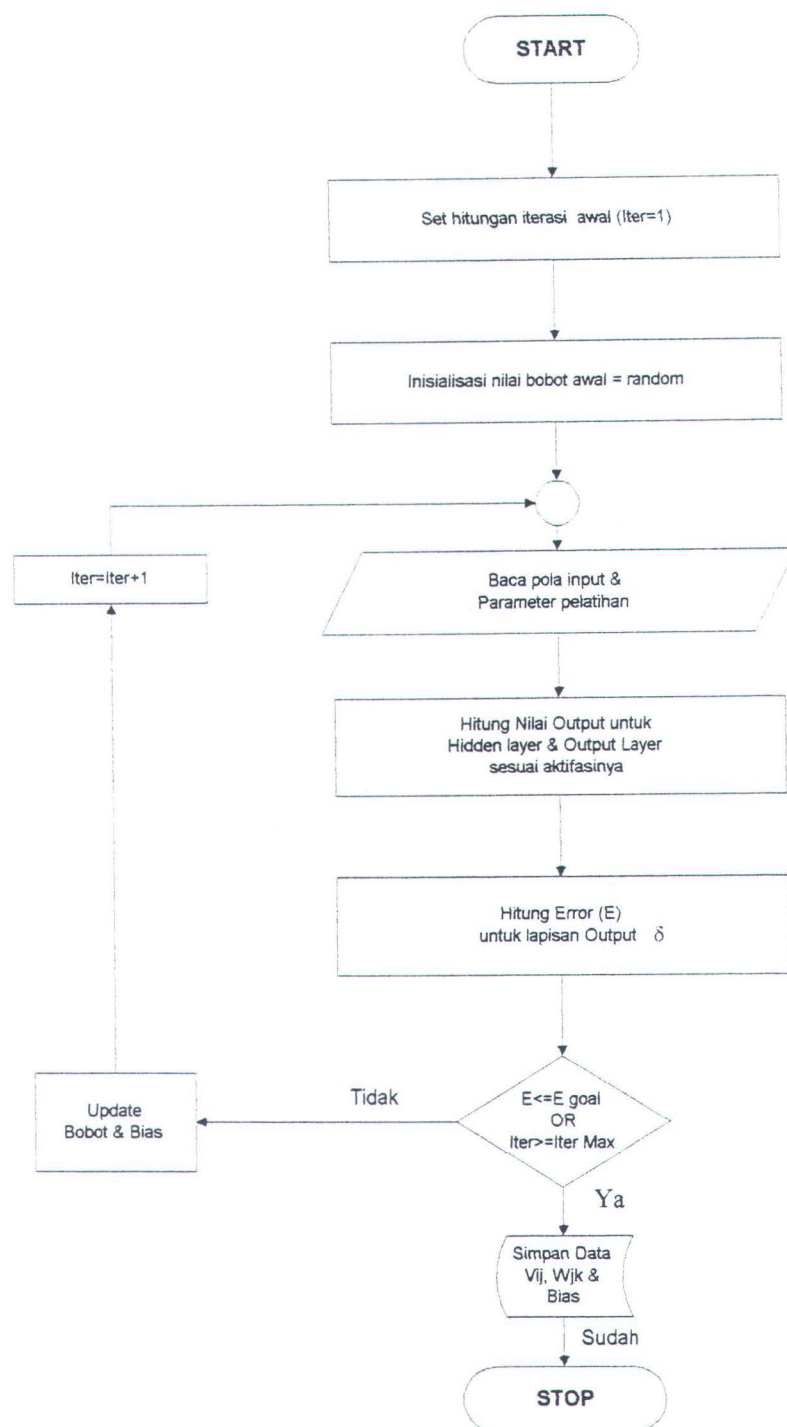
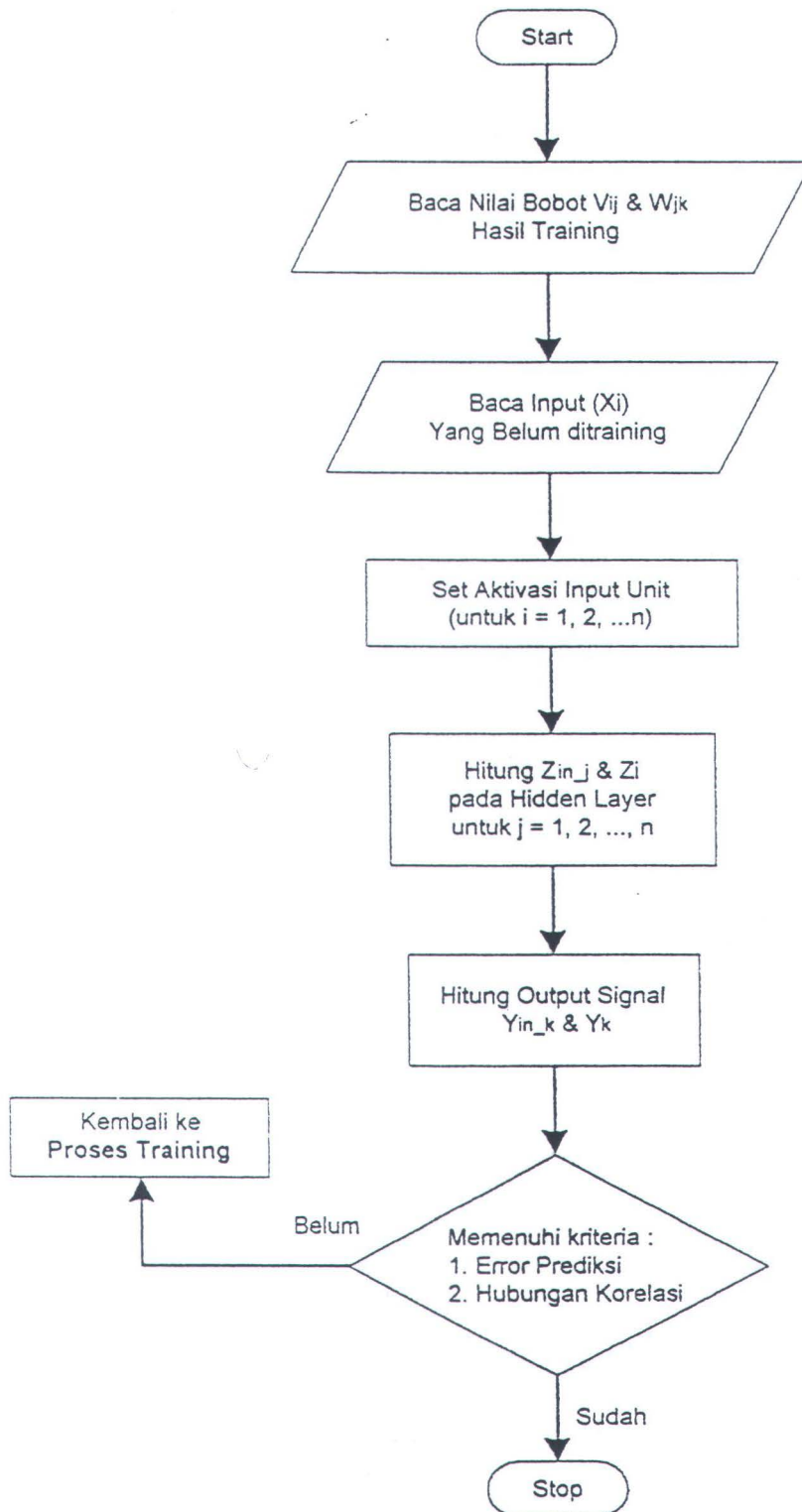
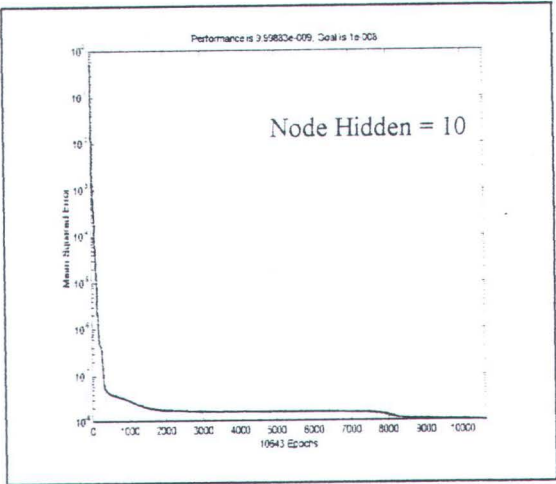
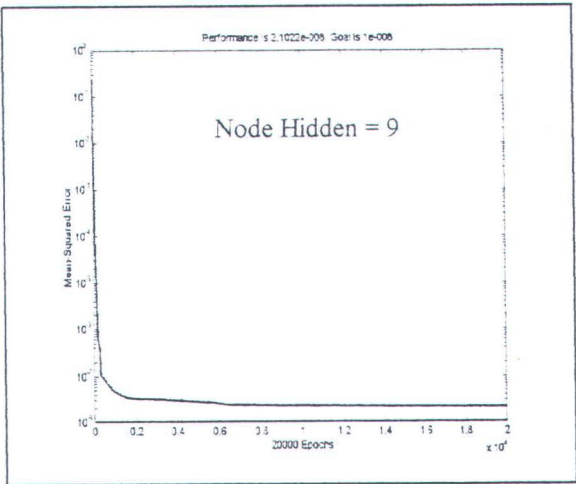
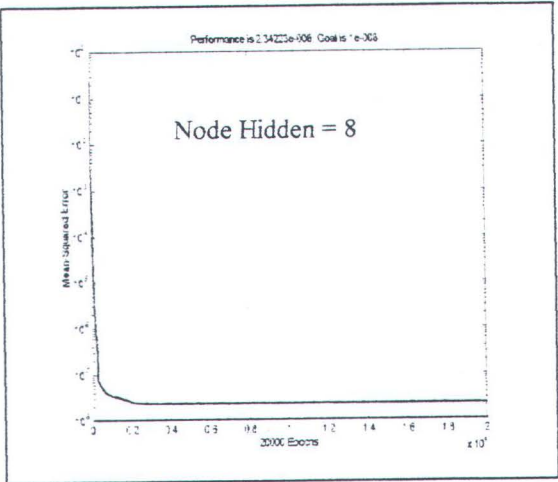
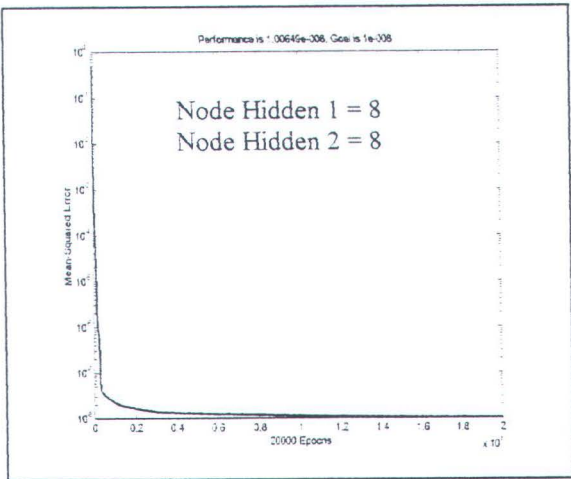
FLOW CHART DIAGRAM UNTUK FASE PELATIHAN
(TRAINING)

DIAGRAM FLOWCHART DARI PROSES VALIDASI MODEL JST

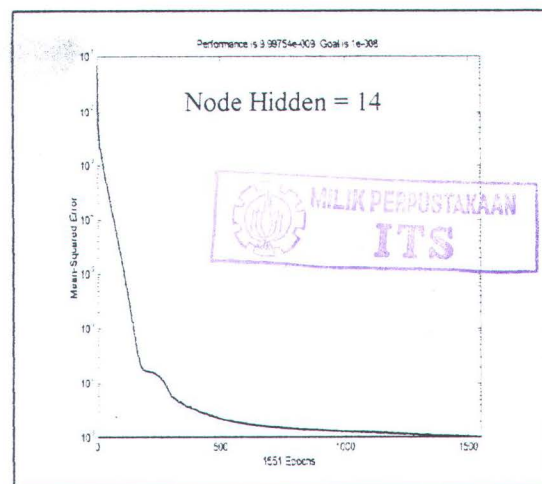
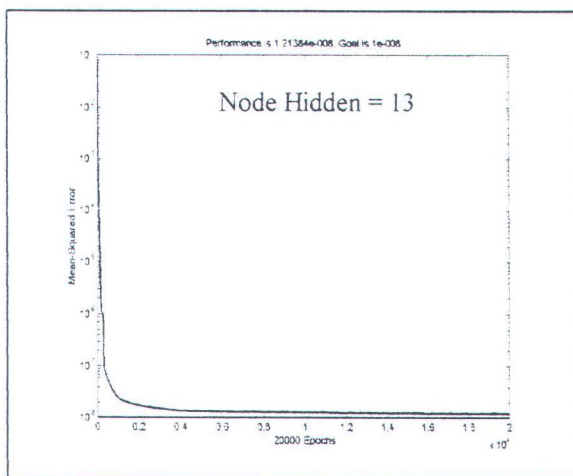
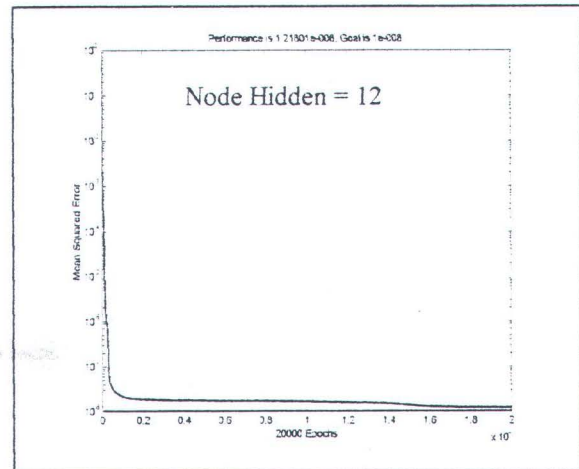
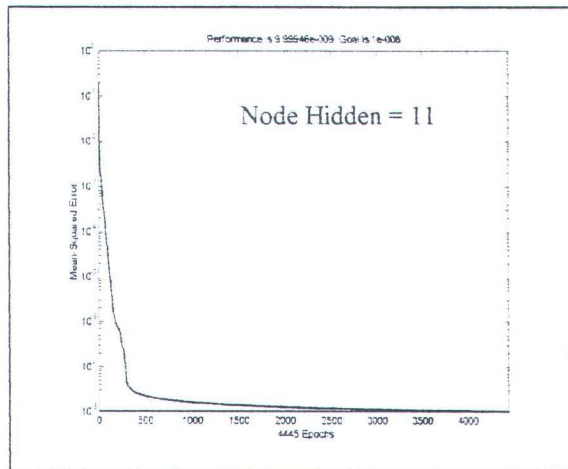


LAMPIRAN B

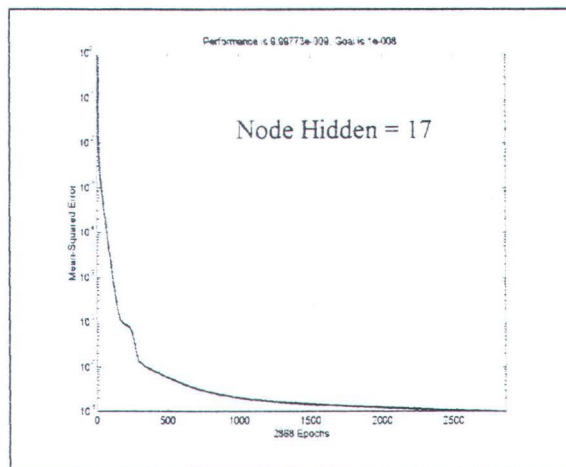
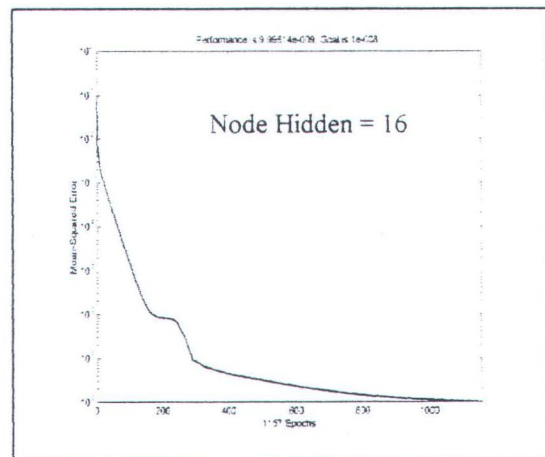
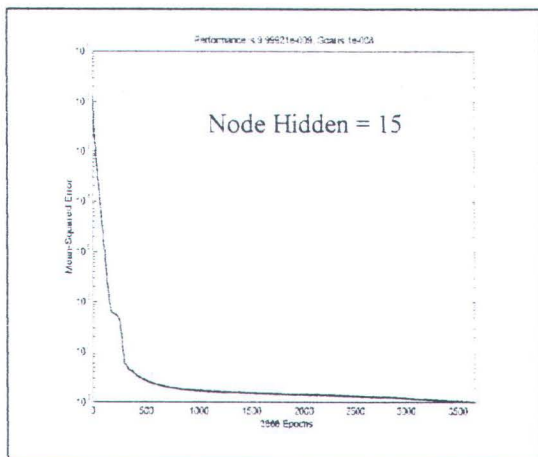
PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL TEMPERATUR



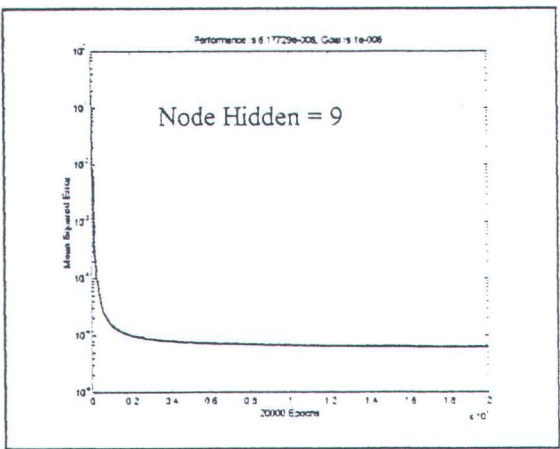
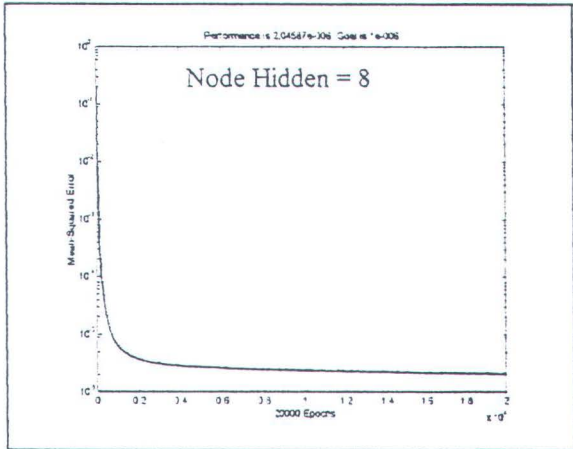
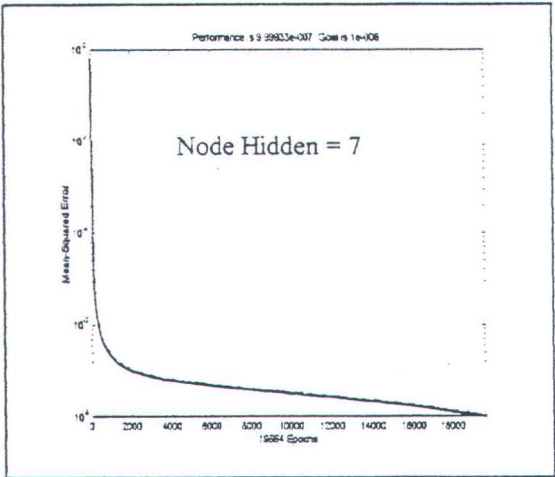
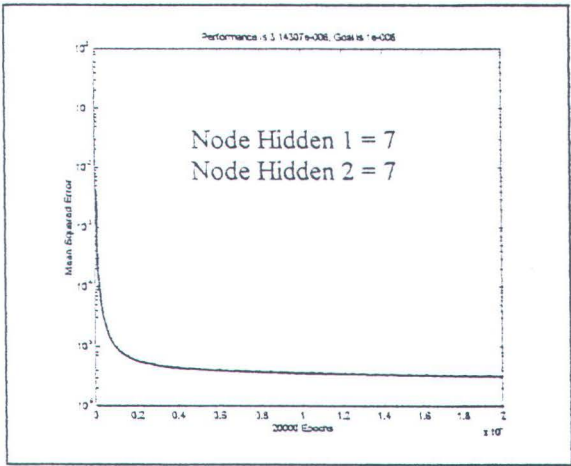
PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL TEMPERATUR



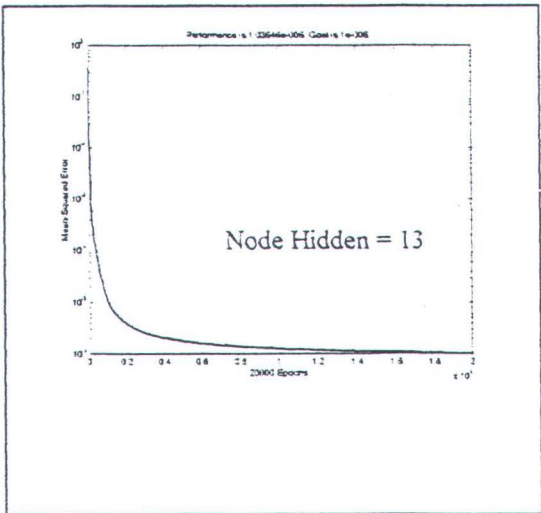
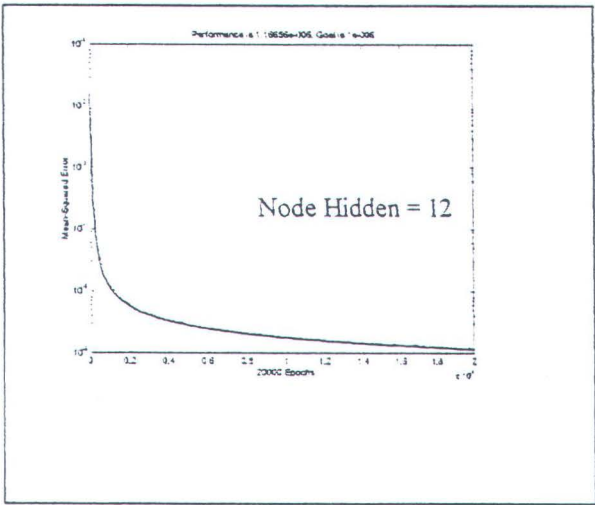
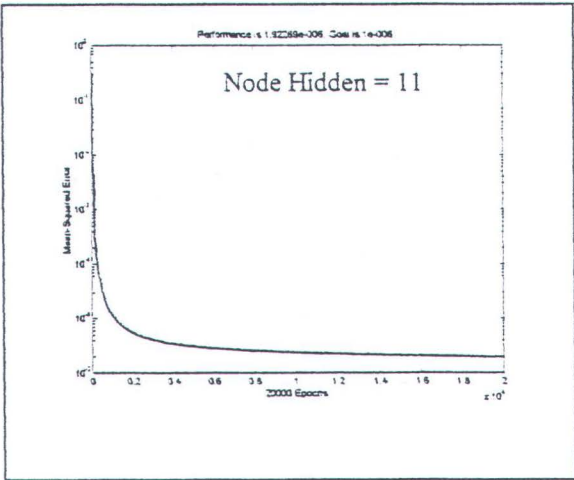
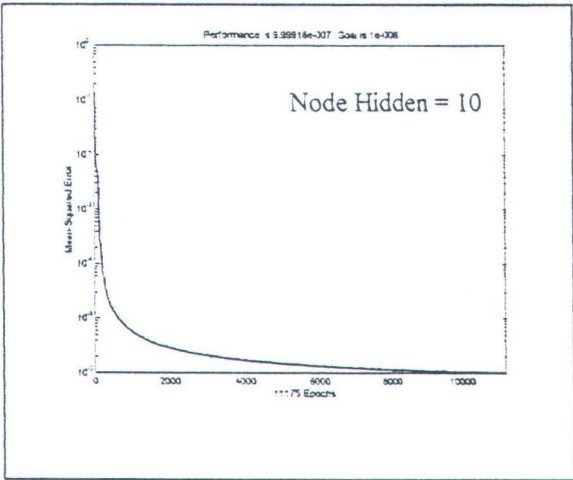
**PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL TEMPERATUR**



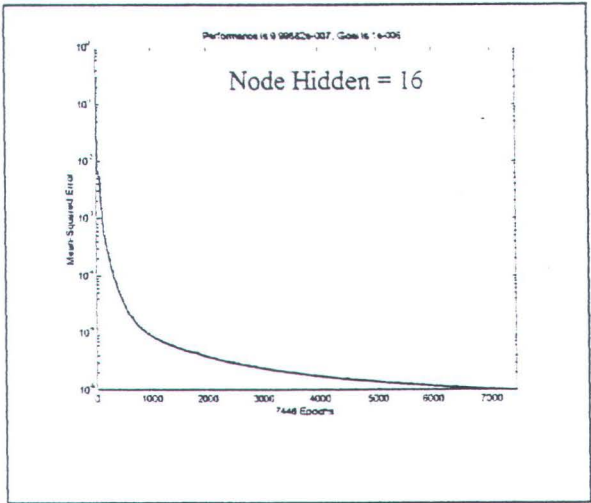
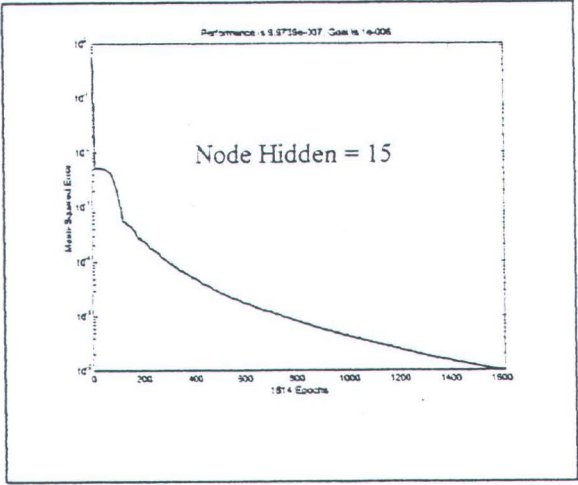
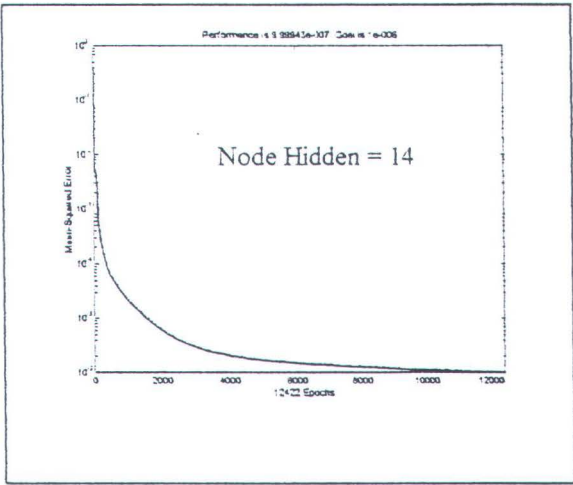
PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL LEVEL CAIRAN



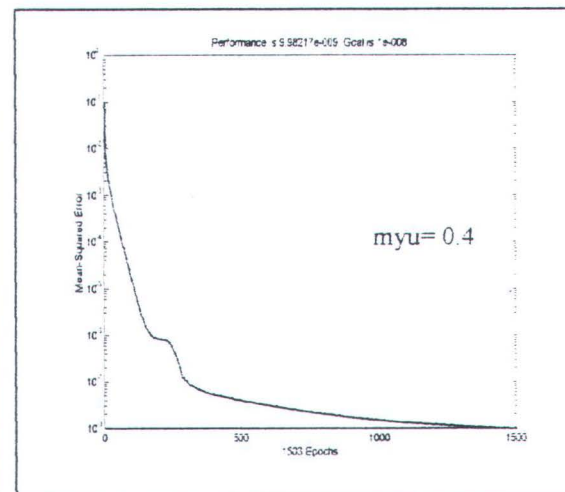
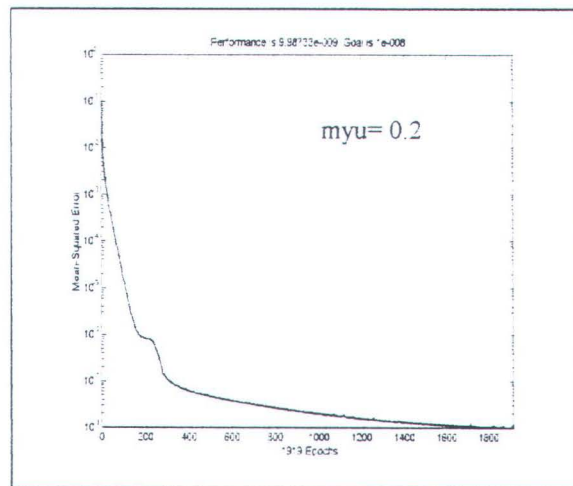
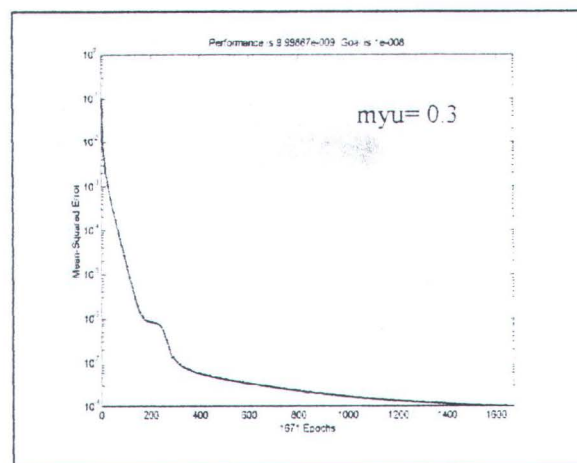
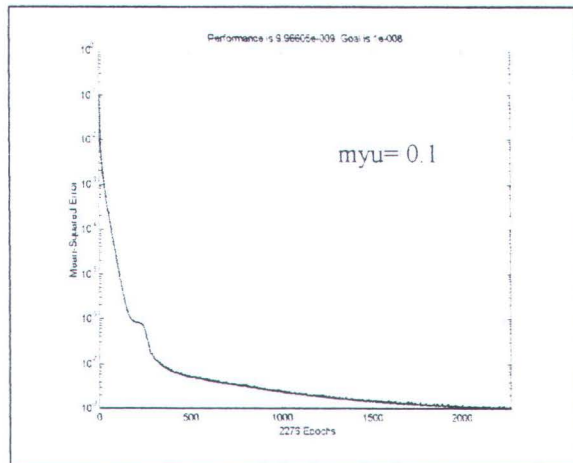
PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL LEVEL CAIRAN



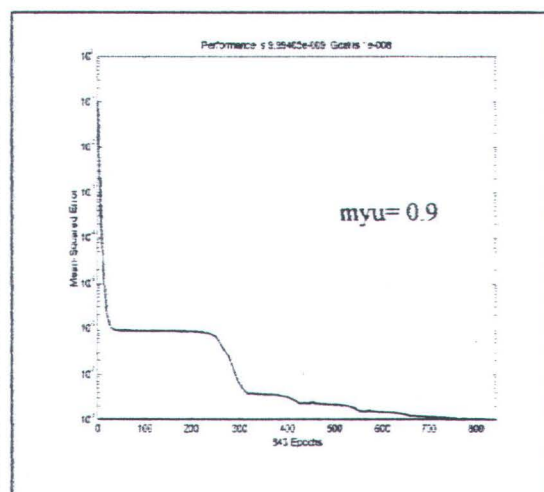
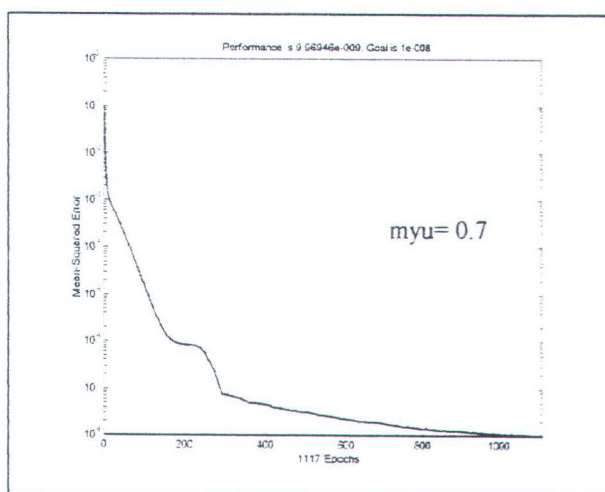
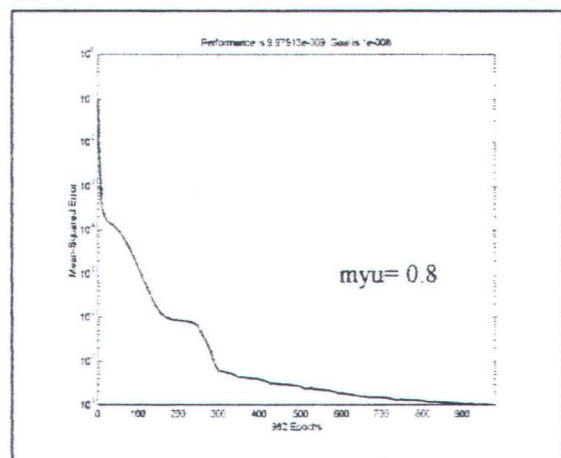
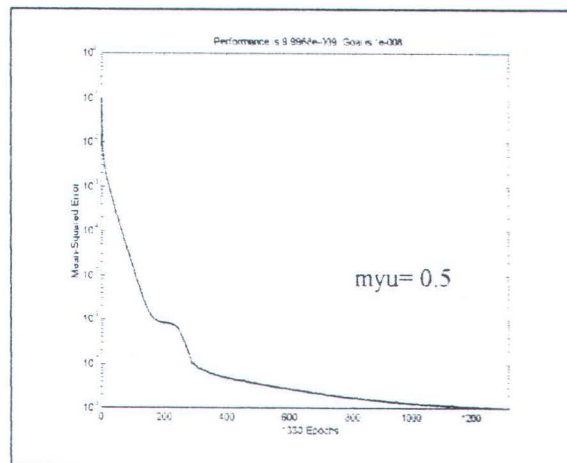
PENENTUAN JUMLAH NODE PADA LAYER HIDDEN
DENGAN $\alpha = 0.6$ DAN $\mu = 0.6$
UNTUK MODEL LEVEL CAIRAN



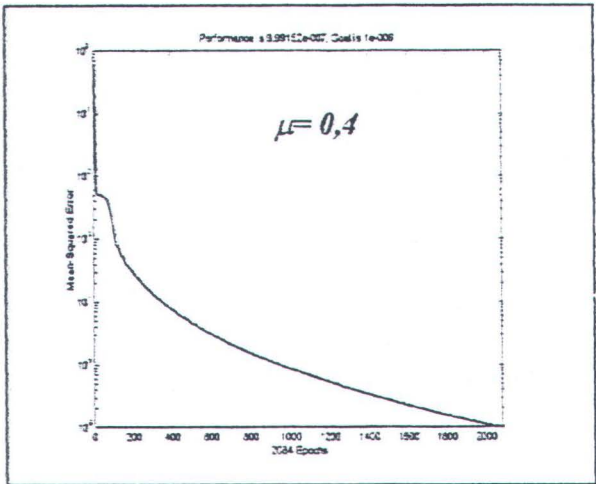
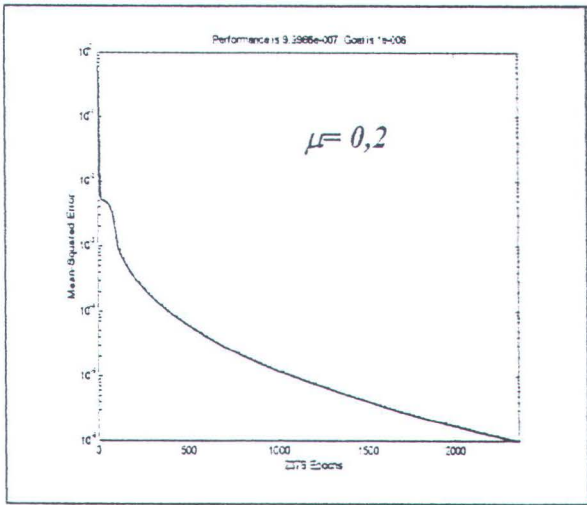
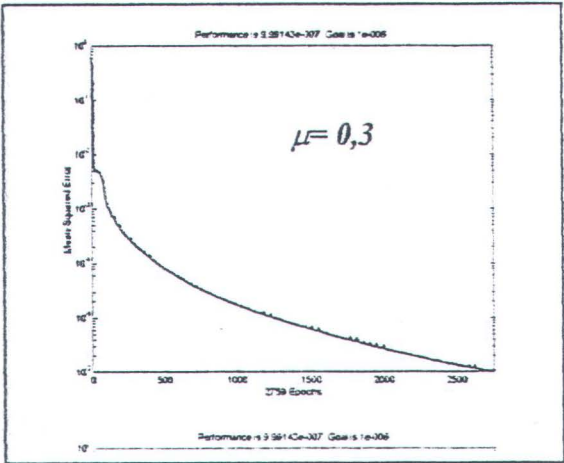
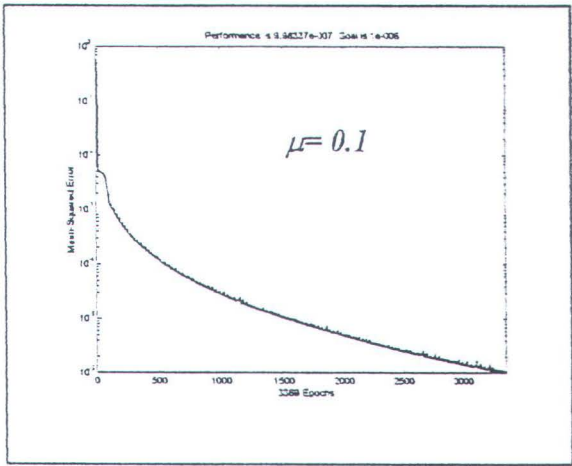
PENENTUAN NILAI KONSTANTA MOMENTUM (μ) MODEL TEMPERATUR



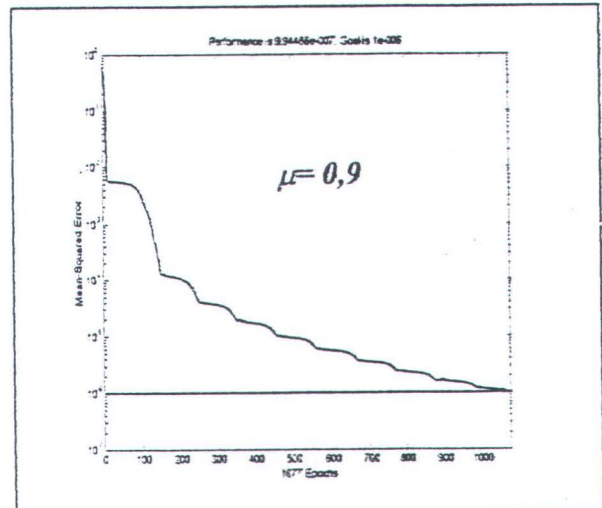
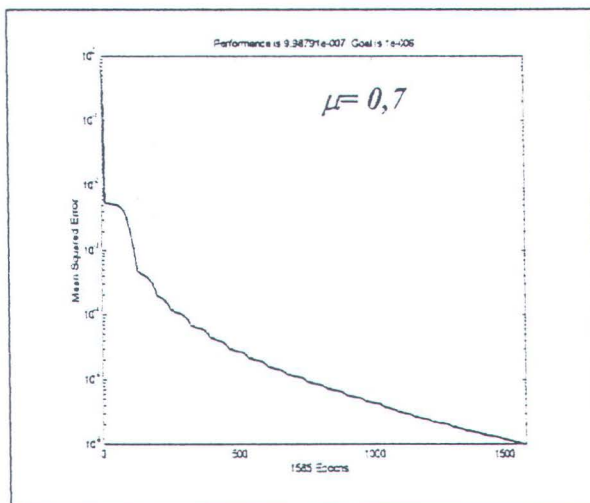
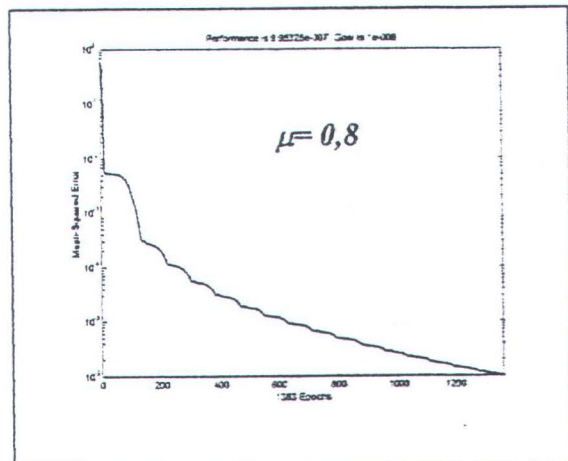
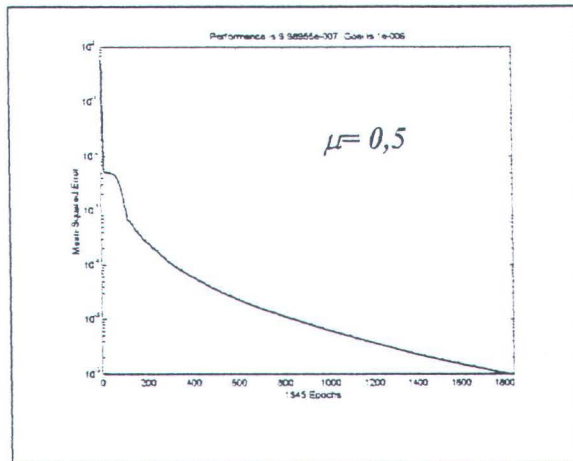
PENENTUAN NILAI KONSTANTA MOMENTUM (μ) MODEL TEMPERATUR



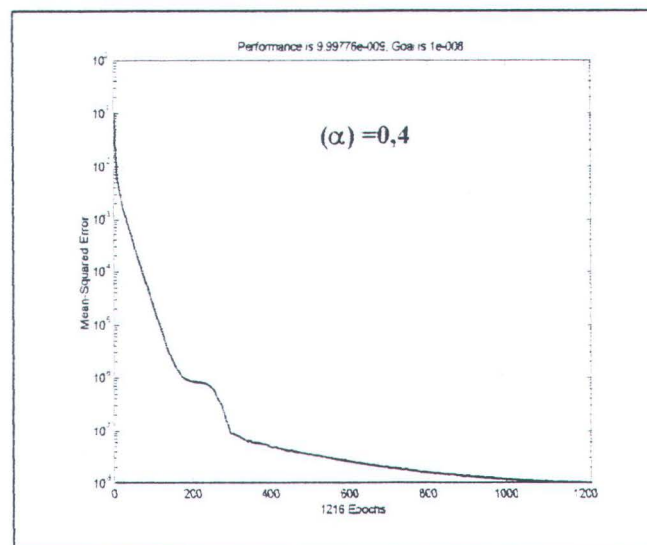
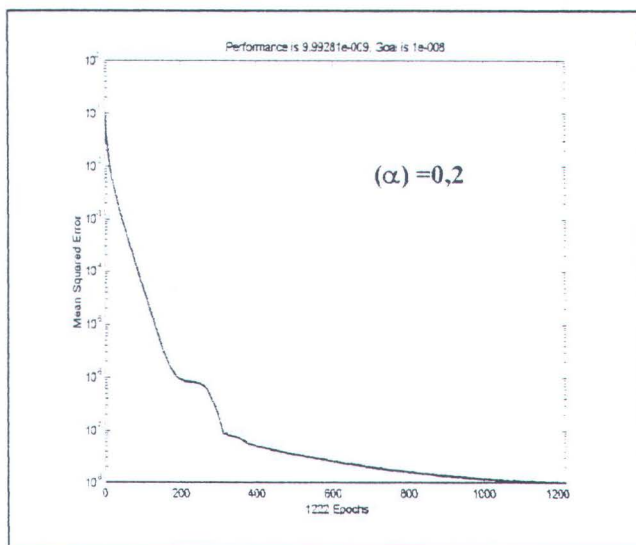
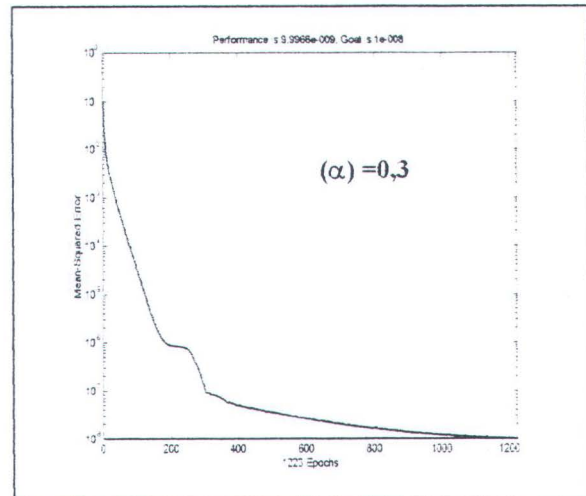
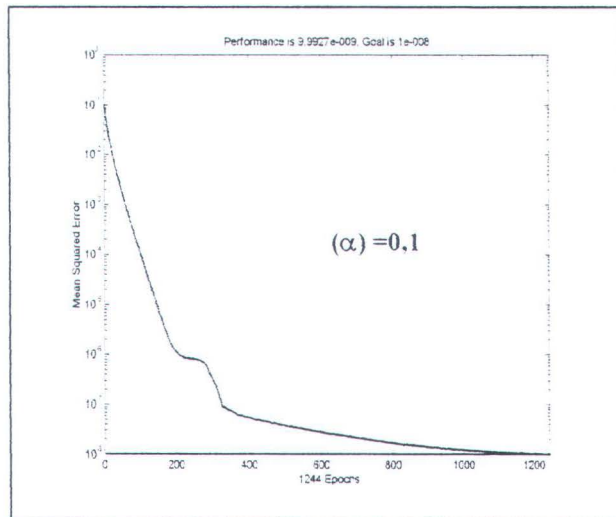
PENENTUAN NILAI KONSTANTA MOMENTUM (μ)
MODEL LEVEL CAIRAN



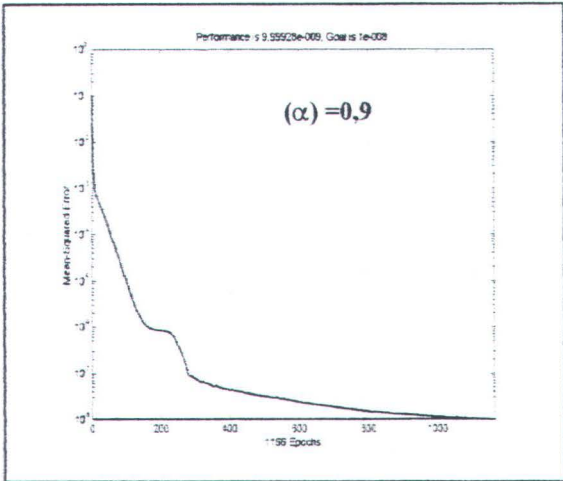
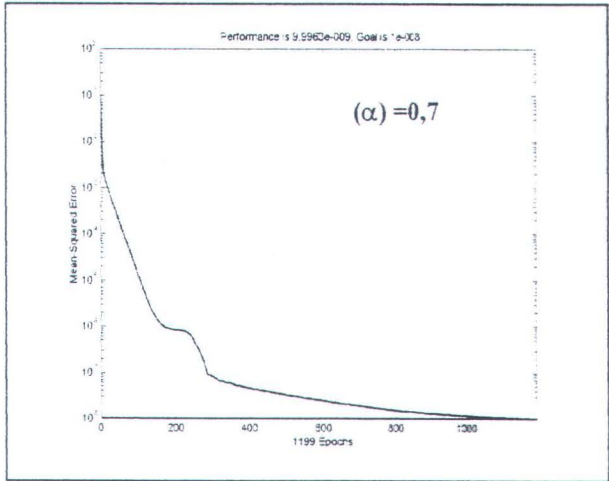
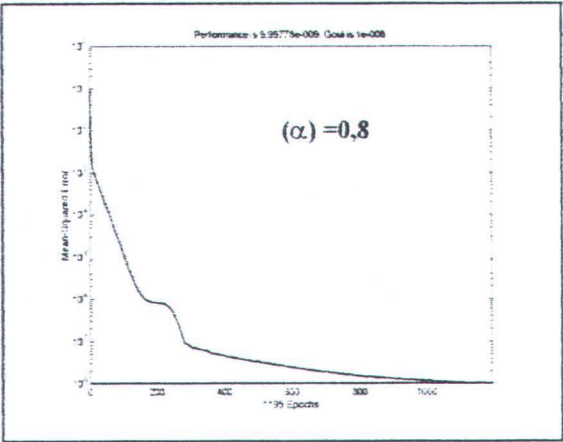
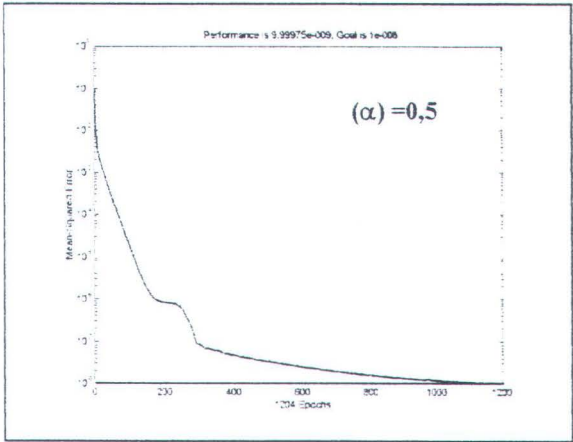
PENENTUAN NILAI KONSTANTA MOMENTUM (μ)
MODEL LEVEL CAIRAN



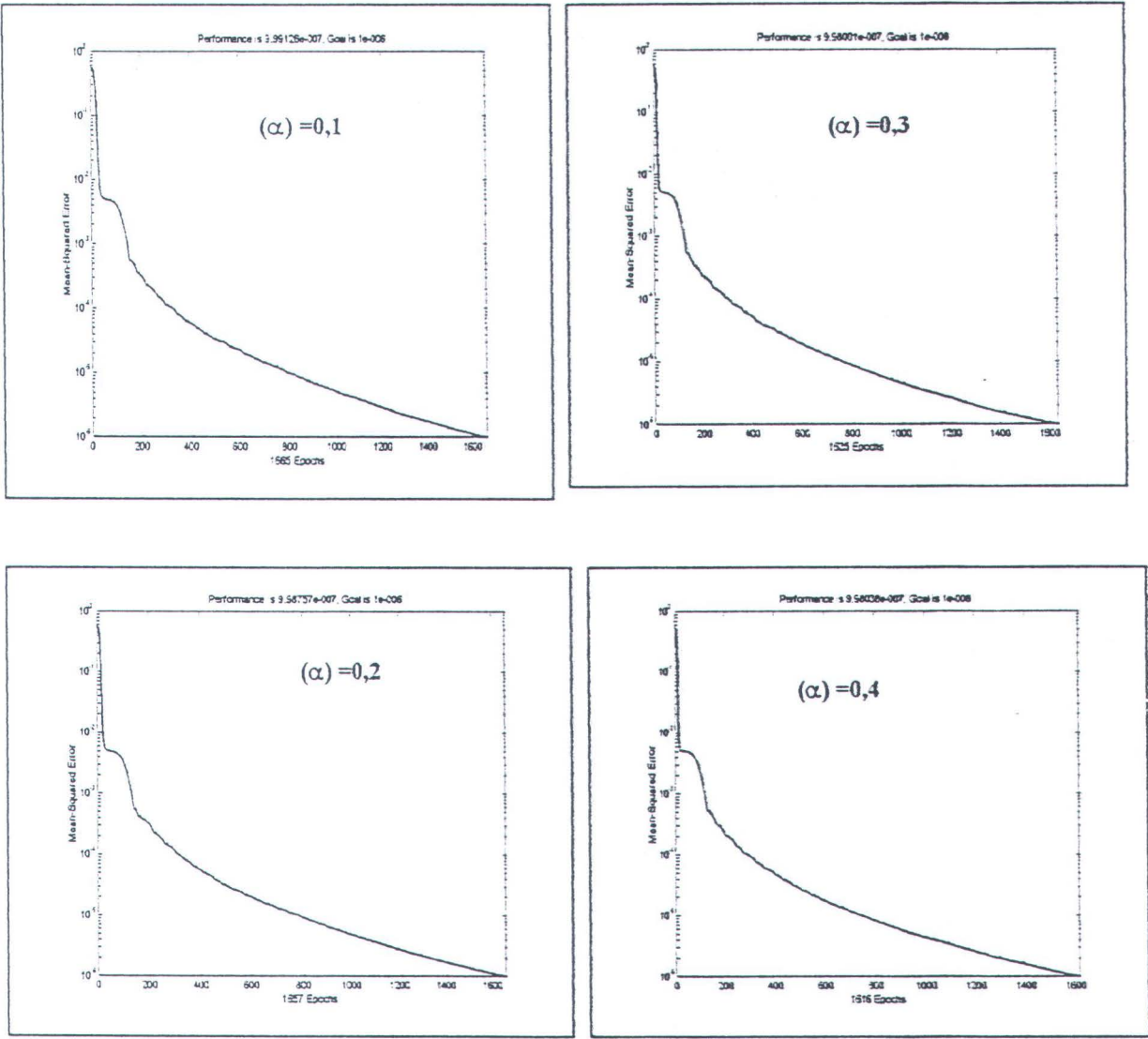
PENENTUAN NILAI KONSTANTA LEARNING RATE
(α) MODEL TEMPERATUR



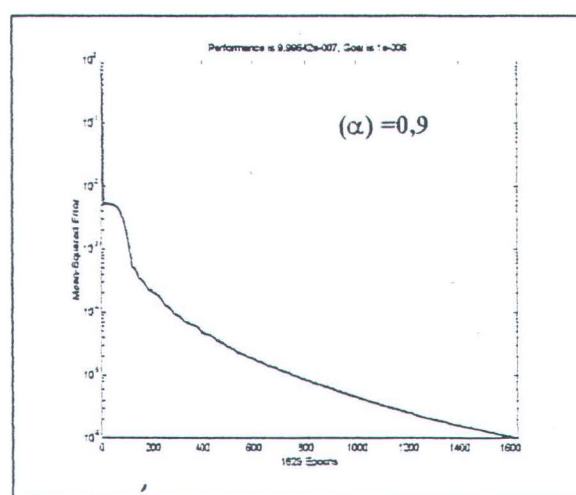
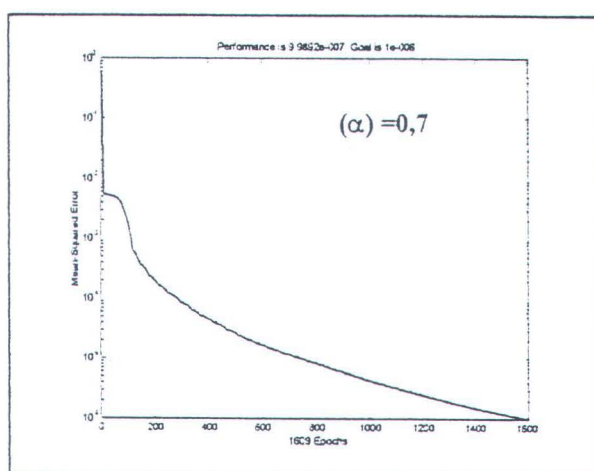
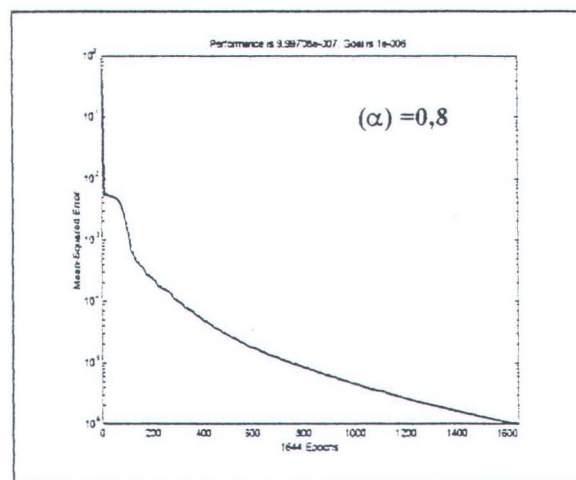
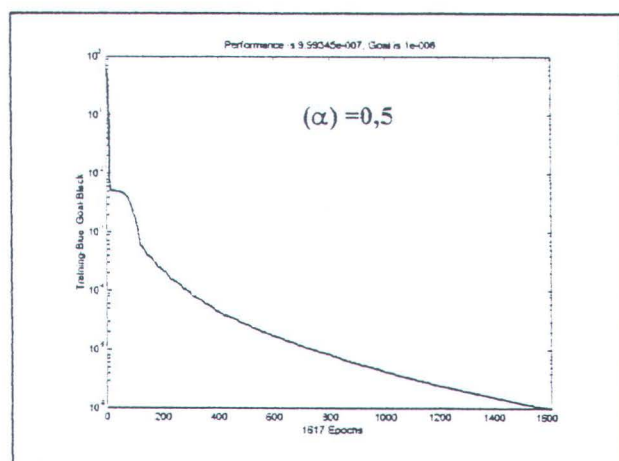
PENENTUAN NILAI KONSTANTA LEARNING RATE
(α) MODEL TEMPERATUR



PENENTUAN NILAI KONSTANTA LEARNING RATE
(α) MODEL LEVEL CAIRAN



PENENTUAN NILAI KONSTANTA LEARNING RATE
(α) MODEL LEVEL CAIRAN



LAMPIRAN C

DATA BOBOT (Vij) HASIL TRAINING

MODEL TEMPERATUR

1.0e+003 *

V ₁₁	-0.0072
V ₁₂	-1.5043
V ₁₃	1.0300
V ₁₄	-1.0528
V ₁₅	2.1791
V ₁₆	1.6072
V ₁₇	-0.4196
V ₁₈	1.2119
V ₁₉	-1.8277
V ₁₁₀	-0.2724
V ₁₁₁	2.2848
V ₁₁₂	1.2750
V ₁₁₃	-1.4976
V ₁₁₄	1.5941
V ₁₁₅	0.7060
V ₁₁₆	-2.1139

1.0e+003 *

V ₃₁	2.2501
V ₃₂	2.5438
V ₃₃	-2.2264
V ₃₄	0.5075
V ₃₅	-2.0967
V ₃₆	-0.9391
V ₃₇	0.6265
V ₃₈	1.0784
V ₃₉	1.5184
V ₃₁₀	-1.8883
V ₃₁₁	-0.2413
V ₃₁₂	-0.4047
V ₃₁₃	-0.7648
V ₃₁₄	-1.6264
V ₃₁₅	0.9629
V ₃₁₆	1.1499

1.0e+003 *

V ₂₁	-1.3606
V ₂₂	0.5642
V ₂₃	0.9323
V ₂₄	-0.7579
V ₂₅	0.3554
V ₂₆	-0.3444
V ₂₇	-2.1738
V ₂₈	-2.3437
V ₂₉	-1.4752
V ₂₁₀	2.2117
V ₂₁₁	-0.6125
V ₂₁₂	1.2735
V ₂₁₃	-2.1212
V ₂₁₄	-2.1819
V ₂₁₅	0.6162
V ₂₁₆	0.6265

1.0e+003 *

V ₄₁	0.3678
V ₄₂	-0.0395
V ₄₃	0.1370
V ₄₄	-0.7706
V ₄₅	-0.0812
V ₄₆	0.5325
V ₄₇	0.6512
V ₄₈	-0.3912
V ₄₉	-0.6720
V ₄₁₀	0.5775
V ₄₁₁	-0.4910
V ₄₁₂	0.7375
V ₄₁₃	0.7399
V ₄₁₄	-0.4380
V ₄₁₅	-0.4970
V ₄₁₆	-0.9039

DATA BOBOT (Vij) HASIL TRAINING

MODEL TEMPERATUR

1.0e+003 *

V ₅₁	-0.6816
V ₅₂	0.2576
V ₅₃	-0.7722
V ₅₄	0.6992
V ₅₅	-0.5374
V ₅₆	-0.8120
V ₅₇	0.8194
V ₅₈	-0.1038
V ₅₉	-0.4383
V ₅₁₀	-0.2934
V ₅₁₁	-0.2475
V ₅₁₂	-0.2583
V ₅₁₃	0.1658
V ₅₁₄	-0.6212
V ₅₁₅	-0.8806
V ₅₁₆	-0.0831

1.0e+003 *

V ₆₁	0.5980
V ₆₂	0.7945
V ₆₃	-0.5885
V ₆₄	-0.6908
V ₆₅	0.6144
V ₆₆	-0.6465
V ₆₇	0.2418
V ₆₈	0.8049
V ₆₉	0.4520
V ₆₁₀	0.5850
V ₆₁₁	-0.8989
V ₆₁₂	-0.8781
V ₆₁₃	0.5775
V ₆₁₄	-0.1141
V ₆₁₅	0.7442
V ₆₁₆	0.4716

DATA BOBOT (Wjk) HASIL TRAINING

W_{11}	1.5049
W_{12}	-0.2237
W_{13}	-1.4088
W_{14}	-0.8043
W_{15}	0.0414
W_{16}	-0.6446
W_{17}	0.1907
W_{18}	1.2543
W_{19}	-0.5949
W_{110}	-0.3432
W_{111}	1.0295
W_{112}	0.4068
W_{113}	-0.7184
W_{114}	2.9218
W_{115}	-0.5701
W_{116}	-1.0888

DATA BIAS (Vjo & Wjo) HASIL TRAINING

Vjo

1.0e+003 *

b_{11}	3.6092
b_{12}	3.4437
b_{13}	0.3082
b_{14}	1.3328
b_{15}	-0.4418
b_{16}	-0.2869
b_{17}	1.8959
b_{18}	0.0394
b_{19}	1.8109
b_{110}	4.3329
b_{111}	-1.3637
b_{112}	-2.1234
b_{113}	4.3139
b_{114}	2.2652
b_{115}	-2.2524
b_{116}	0.3537

Wjo

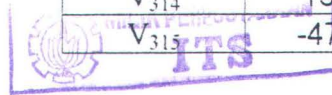
b_{21}	3.4646
----------	--------

DATA BOBOT (Vij) HASIL TRAINING

MODEL LEVEL CAIRAN

V ₁₁	-248.9098
V ₁₂	415.4348
V ₁₃	-540.0262
V ₁₄	250.3047
V ₁₅	563.4431
V ₁₆	579.5542
V ₁₇	357.0596
V ₁₈	-85.9352
V ₁₉	-2.1299
V ₁₁₀	-451.6401
V ₁₁₁	169.5083
V ₁₁₂	-176.7161
V ₁₁₃	551.1992
V ₁₁₄	407.2561
V ₁₁₅	-94.1270

V ₃₁	-582.2884
V ₃₂	-524.7690
V ₃₃	-208.5927
V ₃₄	-454.9571
V ₃₅	-138.8730
V ₃₆	216.5416
V ₃₇	-503.2608
V ₃₈	-650.9025
V ₃₉	143.3919
V ₃₁₀	171.2739
V ₃₁₁	-572.0159
V ₃₁₂	-474.8809
V ₃₁₃	-371.2497
V ₃₁₄	156.2005
V ₃₁₅	-472.9354



V ₂₁	312.3300
V ₂₂	-257.5700 -
V ₂₃	-66.9234
V ₂₄	404.8235
V ₂₅	219.3753
V ₂₆	-339.9272
V ₂₇	419.3307
V ₂₈	180.3892
V ₂₉	-467.1230
V ₂₁₀	-462.4219
V ₂₁₁	126.6364
V ₂₁₂	127.5121
V ₂₁₃	-155.1391
V ₂₁₄	135.0475
V ₂₁₅	-51.9365

V ₄₁	-69.3745
V ₄₂	60.0077
V ₄₃	99.9950
V ₄₄	74.7991
V ₄₅	-206.0938
V ₄₆	-22.3642
V ₄₇	-29.6708
V ₄₈	-85.1258
V ₄₉	-182.6465
V ₄₁₀	114.0437
V ₄₁₁	97.4260
V ₄₁₂	92.2578
V ₄₁₃	-10.4896
V ₄₁₄	40.8906
V ₄₁₅	-167.7221

DATA BOBOT (Vij) HASIL TRAINING

MODEL LEVEL CAIRAN

V ₅₁	-25.4252
V ₅₂	98.7840
V ₅₃	180.7123
V ₅₄	-87.3589
V ₅₅	121.5752
V ₅₆	178.8748
V ₅₇	136.8105
V ₅₈	176.6482
V ₅₉	215.7520
V ₅₁₀	-175.8373
V ₅₁₁	-127.3755
V ₅₁₂	-183.0977
V ₅₁₃	-208.7700
V ₅₁₄	104.8169
V ₅₁₅	-136.8321

V ₆₁	182.2656
V ₆₂	-150.1144
V ₆₃	-151.9355
V ₆₄	191.3633
V ₆₅	-29.9483
V ₆₆	-78.2888
V ₆₇	-94.9431
V ₆₈	-78.2624
V ₆₉	-56.1771
V ₆₁₀	59.0917
V ₆₁₁	-185.8174
V ₆₁₂	-187.8216
V ₆₁₃	-20.2955
V ₆₁₄	275.1309
V ₆₁₅	191.9707

DATA BOBOT (W_{jk}) HASIL TRAINING

W_{11}	-0.3373
W_{12}	0.0066
W_{13}	0.0681
W_{14}	0.0318
W_{15}	0.0729
W_{16}	0.0604
W_{17}	0.0001
W_{18}	-0.0287
W_{19}	-0.0271
W_{110}	-0.0299
W_{111}	-0.0196
W_{112}	-0.0442
W_{113}	0.0806
W_{114}	0.0127
W_{115}	0.0893

DATA BIAS (V_{jo} & W_{jo}) HASIL TRAINING

V_{jo}

b_{11}	-23.2908
b_{12}	26.0446
b_{13}	-36.6048
b_{14}	-199.48
b_{15}	280.8306
b_{16}	-128.111
b_{17}	228.2195
b_{18}	47.0437
b_{19}	58.259
b_{110}	79.2285
b_{111}	245.0983
b_{112}	328.8503
b_{113}	237.9205
b_{114}	-487.171
b_{115}	173.547

W_{jo}

b_{21}	-1.909
----------	--------

No	Temperatur (deg C)	Output JST (deg C)	Error Prediksi
1	69.23	69.2365	-0.0065
2	69.23	69.2446	-0.0146
3	69.23	69.2256	0.0044
4	69.23	69.2471	-0.0171
5	69.22	69.2072	0.0128
6	69.23	69.2352	-0.0052
7	69.27	69.2689	0.0011
8	69.28	69.2815	-0.0015
9	69.28	69.2722	0.0078
10	69.27	69.2522	0.0178
11	69.23	69.236	-0.006
12	69.23	69.2402	-0.0102
13	69.28	69.2757	0.0043
14	69.24	69.2363	0.0037
15	69.25	69.2512	-0.0012
16	69.28	69.2736	0.0064
17	69.24	69.2396	0.0004
18	69.23	69.233	-0.003
19	69.23	69.2377	-0.0077
20	69.24	69.2457	-0.0057
21	69.28	69.2805	-0.0005
22	69.27	69.2776	-0.0076
23	69.22	69.2251	-0.0051
24	69.21	69.2141	-0.0041
25	69.23	69.2246	0.0054
26	69.23	69.2486	-0.0186
27	69.19	69.1806	0.0094
28	69.23	69.232	-0.002
29	69.24	69.2372	0.0028
30	69.28	69.2765	0.0035
31	69.24	69.2381	0.0019
32	69.23	69.2346	-0.0046
33	69.27	69.2767	-0.0067
34	69.23	69.2184	0.0116
35	69.19	69.1866	0.0034
36	69.23	69.2356	-0.0056
37	69.28	69.2757	0.0043
38	69.24	69.2392	0.0008
39	69.16	69.1476	0.0124
40	69.18	69.1594	0.0206
41	69.2	69.2278	-0.0278
42	69.2	69.1894	0.0106
43	69.19	69.2076	-0.0176
44	69.23	69.234	-0.004
45	69.27	69.2693	0.0007
46	69.27	69.2636	0.0064
47	69.27	69.2796	-0.0096

No	Temperatur (deg C)	Output JST (deg C)	Error Prediksi
50	69.23	69.2316	-0.0016
51	69.32	69.2984	0.0216
52	69.23	69.2145	0.0155
53	69.23	69.2613	-0.0313
54	69.24	69.2436	-0.0036
55	69.23	69.232	-0.002
56	69.23	69.2272	0.0028
57	69.27	69.2619	0.0081
58	69.28	69.2733	0.0067
59	69.25	69.2564	-0.0064
60	69.22	69.2233	-0.0033
61	69.23	69.2372	-0.0072
62	69.24	69.2381	0.0019
63	69.23	69.2331	-0.0031
64	69.23	69.2278	0.0022
65	69.23	69.2286	0.0014
66	69.24	69.2395	0.0005
67	69.24	69.2362	0.0038
68	69.23	69.2369	-0.0069
69	69.23	69.2285	0.0015
70	69.23	69.2245	0.0055
71	69.23	69.2259	0.0041
72	69.28	69.2837	-0.0037
73	69.23	69.2094	0.0206
74	69.26	69.2676	-0.0076
75	69.28	69.2751	0.0049
76	69.24	69.2468	-0.0068
77	69.23	69.2357	-0.0057
78	69.24	69.2518	-0.0118
79	69.31	69.296	0.014
80	69.31	69.2944	0.0156
81	69.28	69.271	0.009
82	69.28	69.2675	0.0125
83	69.26	69.2418	0.0182
84	69.23	69.2458	-0.0158
85	69.23	69.2388	-0.0088
86	69.28	69.2802	-0.0002
87	69.24	69.2381	0.0019
88	69.23	69.2293	0.0007
89	69.23	69.2273	0.0027
90	69.23	69.2356	-0.0056
91	69.27	69.2773	-0.0073
92	69.27	69.2653	0.0047
93	69.23	69.2306	-0.0006
94	69.2	69.1945	0.0055
95	69.23	69.2291	0.0009
96	69.27	69.2669	0.0031
97	69.23	69.2292	0.0008

No	Temperatur (deg C)	Output JST (deg C)	Error Prediksi
98	69.19	69.1805	0.0095
99	69.23	69.232	-0.002
100	69.27	69.2678	0.0022
101	69.24	69.2426	-0.0026
102	69.23	69.2274	0.0026
103	69.28	69.2806	-0.0006
104	69.28	69.2787	0.0013
105	69.23	69.23	0
106	69.23	69.2406	-0.0106
107	69.27	69.2683	0.0017
108	69.28	69.2789	0.0011
109	69.23	69.2305	-0.0005
110	69.23	69.24	-0.01
111	69.27	69.2739	-0.0039
112	69.25	69.2536	-0.0036
113	69.24	69.2388	0.0012
114	69.26	69.2649	-0.0049
115	69.24	69.2284	0.0116
116	69.2	69.2118	-0.0118
117	69.21	69.196	0.014
118	69.27	69.2727	-0.0027
119	69.28	69.2769	0.0031
120	69.24	69.2353	0.0047
121	69.27	69.2698	0.0002
122	69.28	69.2711	0.0089
123	69.26	69.2629	-0.0029
124	69.24	69.2407	-0.0007
125	69.23	69.2319	-0.0019
126	69.23	69.2357	-0.0057
127	69.24	69.2431	-0.0031
128	69.27	69.2711	-0.0011
129	69.25	69.2496	0.0004
130	69.23	69.2297	0.0003
131	69.27	69.2762	-0.0062
132	69.28	69.2799	0.0001
133	69.28	69.2708	0.0092
134	69.28	69.2679	0.0121
135	69.23	69.2329	-0.0029
136	69.23	69.23	0
137	69.25	69.2533	-0.0033
138	69.28	69.2784	0.0016
139	69.29	69.2863	0.0037
140	69.28	69.2714	0.0086
141	69.27	69.2655	0.0045
142	69.28	69.2781	0.0019

No	Temperatur (deg C)	Output JST (deg C)	Error Prediksi
143	69.23	69.2334	-0.0034
144	69.25	69.2502	-0.0002
145	69.28	69.276	0.004
146	69.24	69.2436	-0.0036
147	69.23	69.2309	-0.0009
148	69.23	69.2316	-0.0016
149	69.28	69.2824	-0.0024
150	69.26	69.2587	0.0013
151	69.23	69.229	0.001
152	69.23	69.2361	-0.0061
153	69.23	69.2295	0.0005
154	69.22	69.2294	-0.0094
155	69.2	69.192	0.008
156	69.23	69.2281	0.0019
157	69.27	69.273	-0.003
158	69.25	69.2471	0.0029
159	69.24	69.2385	0.0015
160	69.28	69.2762	0.0038
161	69.3	69.287	0.013
162	69.27	69.2674	0.0026
163	69.23	69.2378	-0.0078
164	69.19	69.1871	0.0029
165	69.2	69.1873	0.0127
166	69.21	69.2113	-0.0013
167	69.2	69.1991	0.0009
168	69.24	69.2394	0.0006
169	69.28	69.2757	0.0043
170	69.28	69.277	0.003
171	69.28	69.2761	0.0039
172	69.26	69.2566	0.0034
173	69.23	69.2353	-0.0053
174	69.27	69.2686	0.0014
175	69.31	69.2927	0.0173
176	69.28	69.2661	0.0139
177	69.23	69.2257	0.0043
178	69.26	69.2583	0.0017
179	69.28	69.2738	0.0062
180	69.24	69.2517	-0.0117
181	69.23	69.2296	0.0004
182	69.24	69.2403	-0.0003
183	69.25	69.2469	0.0031
184	69.24	69.2551	-0.0151
185	69.27	69.2621	0.0079
186	69.28	69.2733	0.0067
187	69.24	69.24	0
188	69.26	69.2636	-0.0036
189	69.27	69.2682	0.0018

No	Temperatur (deg C)	Output JST (deg C)	Error Prediksi
190	69.23	69.233	-0.003
191	69.22	69.2162	0.0038
192	69.23	69.2259	0.0041
193	69.28	69.2794	0.0006
194	69.23	69.2251	0.0049
195	69.23	69.2319	-0.0019
196	69.23	69.2257	0.0043
197	69.26	69.266	-0.006
198	69.27	69.2744	-0.0044
199	69.2	69.1952	0.0048
200	69.19	69.1876	0.0024

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
1	1.23	1.2146	0.01540
2	1.24	1.2586	-0.0186
3	1.24	1.2423	-0.0023
4	1.28	1.2716	0.0084
5	1.3	1.2947	0.0053
6	1.32	1.3175	0.0025
7	1.3	1.2994	0.0006
8	1.32	1.3226	-0.0026
9	1.3	1.2903	0.0097
10	1.25	1.264	-0.014
11	1.28	1.2975	-0.0175
12	1.26	1.2674	-0.0074
13	1.22	1.2202	-0.0002
14	1.2	1.1968	0.0032
15	1.28	1.2676	0.0124
16	1.3	1.318	-0.018
17	1.28	1.2755	0.0045
18	1.32	1.3227	-0.0027
19	1.2	1.1873	0.0127
20	1.26	1.2833	-0.0233
21	1.26	1.2401	0.0199
22	1.27	1.2591	0.0109
23	1.22	1.2313	-0.0113
24	1.22	1.2243	-0.0043
25	1.2	1.24	-0.04
26	1.26	1.2486	0.0114
27	1.27	1.2701	-1E-04
28	1.22	1.2143	0.0057
29	1.3	1.3056	-0.0056
30	1.3	1.2942	0.0058
31	1.28	1.278	0.002
32	1.22	1.2285	-0.0085
33	1.29	1.2834	0.0066
34	1.3	1.2933	0.0067
35	1.26	1.2585	0.0015
36	1.29	1.2878	0.0022
37	1.32	1.3153	0.0047
38	1.26	1.2578	0.0022
39	1.28	1.2734	0.0066

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
40	1.22	1.2299	-0.0099
41	1.29	1.2936	-0.0036
42	1.32	1.3156	0.0044
43	1.28	1.2821	-0.0021
44	1.32	1.3539	-0.0339
45	1.31	1.3104	-0.0004
46	1.25	1.2486	0.0014
47	1.25	1.2496	0.0004
48	1.3	1.2905	0.0095
49	1.3	1.2972	0.0028
50	1.32	1.3108	0.0092
51	1.3	1.2949	0.0051
52	1.26	1.2781	-0.0181
53	1.27	1.2876	-0.0176
54	1.3	1.2962	0.0038
55	1.28	1.2826	-0.0026
56	1.26	1.2519	0.0081
57	1.32	1.3223	-0.0023
58	1.28	1.2756	0.0044
59	1.32	1.3131	0.0069
60	1.26	1.2526	0.0074
61	1.25	1.2351	0.0149
62	1.22	1.2336	-0.0136
63	1.2	1.1939	0.0061
64	1.2	1.1994	0.0006
65	1.29	1.2868	0.0032
66	1.26	1.2695	-0.0095
67	1.25	1.2466	0.0034
68	1.23	1.2387	-0.0087
69	1.28	1.2765	0.0035
70	1.3	1.2913	0.0087
71	1.3	1.2895	0.0105
72	1.3	1.2958	0.0042
73	1.32	1.3308	-0.0108
74	1.28	1.2773	0.0027
75	1.3	1.3335	-0.0335
76	1.32	1.3372	-0.0172

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
77	1.32	1.3138	0.0062
78	1.25	1.2382	0.0118
79	1.2	1.1834	0.0166
80	1.23	1.2281	0.0019
81	1.2	1.2102	-0.0102
82	1.26	1.2477	0.0123
83	1.2	1.2056	-0.0056
84	1.23	1.2208	0.0092
85	1.2	1.1831	0.0169
86	1.28	1.2771	0.0029
87	1.22	1.2581	-0.0381
88	1.29	1.3054	-0.0154
89	1.3	1.2854	0.0146
90	1.26	1.2594	0.0006
91	1.21	1.2082	0.0018
92	1.28	1.2744	0.0056
93	1.32	1.3394	-0.0194
94	1.31	1.297	0.013
95	1.29	1.2799	0.0101
96	1.3	1.2996	0.0004
97	1.28	1.2803	-0.0003
98	1.3	1.2888	0.0112
99	1.3	1.2912	0.0088
100	1.27	1.2577	0.0123
101	1.32	1.3004	0.0196
102	1.32	1.3248	-0.0048
103	1.28	1.2751	0.0049
104	1.26	1.2435	0.0165
105	1.26	1.2577	0.0023
106	1.26	1.2589	0.0011
107	1.3	1.2885	0.0115
108	1.3	1.2966	0.0034
109	1.26	1.2403	0.0197

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
110	1.24	1.2481	-0.0081
111	1.28	1.286	-0.006
112	1.24	1.2706	-0.0306
113	1.22	1.2181	0.0019
114	1.22	1.2116	0.0084
115	1.28	1.2754	0.0046
116	1.23	1.2342	-0.0042
117	1.28	1.2737	0.0063
118	1.3	1.2999	1E-04
119	1.27	1.2639	0.0061
120	1.28	1.3094	-0.0294
121	1.27	1.2732	-0.0032
122	1.25	1.2445	0.0055
123	1.22	1.2186	0.0014
124	1.28	1.2711	0.0089
125	1.28	1.2809	-0.0009
126	1.28	1.2744	0.0056
127	1.3	1.296	0.004
128	1.3	1.3063	-0.0063
129	1.3	1.2989	0.0011
130	1.28	1.2727	0.0073
131	1.26	1.2604	-0.0004
132	1.3	1.2921	0.0079
133	1.32	1.321	-0.001
134	1.3	1.2975	0.0025
135	1.27	1.2688	0.0012
136	1.32	1.3234	-0.0034
137	1.26	1.2648	-0.0048
138	1.3	1.3181	-0.0181
139	1.23	1.2463	-0.0163
140	1.22	1.2324	-0.0124
141	1.26	1.2569	0.0031
142	1.23	1.1993	0.0307
143	1.2	1.1989	0.0011
144	1.29	1.2811	0.0089
145	1.3	1.2991	0.0009
146	1.32	1.3193	0.0007
147	1.31	1.3119	-0.0019
148	1.3	1.3039	-0.0039
149	1.28	1.2675	0.0125

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
150	1.23	1.2335	-0.0035
151	1.2	1.2089	-0.0089
152	1.29	1.2784	0.0116
153	1.3	1.2878	0.0122
154	1.26	1.2573	0.0027
155	1.2	1.1839	0.0161
156	1.23	1.2408	-0.0108
157	1.2	1.2249	-0.0249
158	1.24	1.2359	0.0041
159	1.26	1.2596	0.0004
160	1.2	1.2064	-0.0064
161	1.28	1.2711	0.0089
162	1.22	1.2442	-0.0242
163	1.22	1.2178	0.0022
164	1.2	1.1704	0.0296
165	1.27	1.2628	0.0072
166	1.23	1.2748	-0.0448
167	1.29	1.2918	-0.0018
168	1.3	1.2853	0.0147
169	1.3	1.3037	-0.0037
170	1.27	1.2698	0.0002
171	1.26	1.2413	0.0187
172	1.22	1.2211	-0.0011
173	1.28	1.2801	-1E-04
174	1.28	1.2831	-0.0031
175	1.22	1.2271	-0.0071
176	1.2	1.2007	-0.0007
177	1.28	1.2665	0.0135
178	1.28	1.2815	-0.0015
179	1.23	1.2315	-0.0015
180	1.32	1.3078	0.0122
181	1.24	1.2774	-0.0374
182	1.21	1.2253	-0.0153
183	1.28	1.2735	0.0065
184	1.28	1.2714	0.0086
185	1.33	1.3255	0.0045
186	1.3	1.2968	0.0032
187	1.26	1.2622	-0.0022
188	1.3	1.299	0.001

No	Level Bottom (meter)	Output JST (meter)	prediksi error
189	1.26	1.2639	-0.0039
190	1.27	1.2969	-0.0269
191	1.32	1.3156	0.0044
192	1.3	1.2984	0.0016
193	1.25	1.2444	0.0056
194	1.3	1.3271	-0.0271
195	1.3	1.2944	0.0056
196	1.26	1.2636	-0.0036
197	1.2	1.2163	-0.0163
198	1.28	1.2563	0.0237
199	1.32	1.3398	-0.0198
200	1.32	1.3201	-1E-04

LAMPIRAN D

Data proses Distillation Column (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.73	69.28	11.4	1.3
2.69	69.27	11.4	1.3
2.75	69.23	11.42	1.28
2.79	69.23	11.4	1.22
2.66	69.28	11.42	1.29
2.73	69.24	11.47	1.3
2.85	69.25	11.5	1.26
2.72	69.28	11.47	1.29
2.71	69.24	11.48	1.32
2.86	69.23	11.46	1.26
2.85	69.24	11.4	1.22
2.65	69.28	11.47	1.3
2.75	69.24	11.55	1.23
2.88	69.23	11.53	1.24
2.69	69.27	11.42	1.24
2.63	69.23	11.41	1.28
2.81	69.19	11.4	1.3
2.88	69.23	11.42	1.32
2.67	69.28	11.39	1.3
2.67	69.24	11.36	1.32
2.89	69.23	11.4	1.28
2.87	69.26	11.38	1.3
2.64	69.28	11.37	1.3
2.65	69.24	11.44	1.3
2.86	69.23	11.41	1.32
2.92	69.24	11.42	1.32
2.67	69.31	11.4	1.32
2.59	69.31	11.49	1.32
2.84	69.28	11.49	1.25
2.89	69.28	11.46	1.2
2.66	69.32	11.42	1.2
2.66	69.28	11.45	1.26
2.87	69.23	11.46	1.26
2.87	69.23	11.46	1.27
2.7	69.23	11.52	1.22
2.71	69.23	11.44	1.22
2.89	69.22	11.4	1.2
2.93	69.23	11.39	1.26
2.76	69.27	11.41	1.27
2.64	69.28	11.46	1.22
2.81	69.23	11.45	1.27
2.91	69.24	11.53	1.32
2.67	69.28	11.55	1.32
2.64	69.27	11.61	1.28
2.83	69.22	11.58	1.26
2.96	69.21	11.48	1.26
2.77	69.23	11.45	1.26

Data proses Distillation Column (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.72	69.23	11.48	1.3
2.92	69.19	11.55	1.3
2.99	69.23	11.46	1.3
2.76	69.28	11.32	1.32
2.63	69.28	11.36	1.3
2.84	69.23	11.42	1.26
2.98	69.23	11.41	1.27
2.77	69.27	11.42	1.3
2.63	69.28	11.39	1.28
2.81	69.23	11.47	1.26
2.91	69.23	11.41	1.32
2.72	69.27	11.5	1.28
2.68	69.25	11.44	1.3
2.82	69.23	11.52	1.25
2.82	69.23	11.39	1.28
2.74	69.24	11.45	1.26
2.72	69.23	11.48	1.22
2.8	69.23	11.47	1.2
2.79	69.27	11.47	1.28
2.68	69.28	11.42	1.28
2.68	69.25	11.42	1.32
2.84	69.22	11.47	1.28
2.85	69.23	11.47	1.28
2.76	69.24	11.52	1.22
2.69	69.25	11.43	1.29
2.79	69.24	11.38	1.32
2.77	69.27	11.39	1.3
2.73	69.28	11.42	1.32
2.83	69.24	11.43	1.32
2.84	69.26	11.41	1.25
2.75	69.27	11.38	1.25
2.82	69.23	11.41	1.3
2.93	69.22	11.48	1.26
2.88	69.23	11.43	1.2
2.82	69.23	11.39	1.28
2.82	69.23	11.41	1.22
2.84	69.23	11.43	1.22
2.85	69.24	11.48	1.2
2.75	69.24	11.41	1.27
2.76	69.23	11.41	1.23
2.8	69.23	11.38	1.29
2.83	69.23	11.42	1.3
2.83	69.23	11.46	1.26
2.67	69.28	11.44	1.21
2.68	69.26	11.52	1.28
2.88	69.23	11.49	1.32
2.91	69.23	11.5	1.31

Data proses Distillation Column (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.72	69.28	11.53	1.29
2.77	69.24	11.54	1.3
2.9	69.23	11.52	1.28
2.86	69.23	11.51	1.3
2.8	69.23	11.49	1.3
2.76	69.27	11.48	1.27
2.74	69.27	11.33	1.28
2.87	69.24	11.4	1.27
2.84	69.26	11.41	1.25
2.7	69.24	11.39	1.22
2.82	69.2	11.4	1.28
2.96	69.21	11.37	1.28
2.78	69.27	11.37	1.28
2.7	69.28	11.42	1.3
2.88	69.24	11.42	1.3
2.92	69.27	11.44	1.26
2.73	69.28	11.52	1.24
2.8	69.23	11.37	1.28
2.96	69.2	11.45	1.24
2.9	69.23	11.48	1.22
2.66	69.27	11.42	1.22
2.77	69.23	11.41	1.28
2.95	69.19	11.4	1.23
2.92	69.23	11.43	1.28
2.72	69.27	11.39	1.3
2.77	69.24	11.37	1.32
2.9	69.23	11.41	1.24
2.81	69.28	11.37	1.21
2.75	69.28	11.37	1.28
2.86	69.23	11.42	1.28
2.89	69.23	11.4	1.32
2.87	69.25	11.43	1.3
2.73	69.28	11.4	1.26
2.71	69.29	11.36	1.3
2.82	69.28	11.43	1.26
2.83	69.27	11.45	1.23
2.75	69.28	11.42	1.2
2.79	69.23	11.4	1.26
2.92	69.19	11.43	1.2
2.87	69.2	11.45	1.23
2.81	69.21	11.47	1.2
2.89	69.2	11.4	1.28
2.96	69.24	11.43	1.22
2.85	69.28	11.37	1.29
2.82	69.28	11.39	1.3
2.83	69.28	11.45	1.28
2.81	69.26	11.41	1.23

Data proses Distillation Column (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.84	69.26	11.49	1.2
2.86	69.24	11.49	1.29
2.85	69.23	11.53	1.3
2.86	69.23	11.53	1.26
2.87	69.24	11.54	1.2
2.76	69.27	11.52	1.23
2.79	69.25	11.51	1.2
2.88	69.23	11.48	1.24
2.75	69.27	11.49	1.3
2.69	69.28	11.4	1.27
2.85	69.23	11.4	1.26
2.92	69.25	11.42	1.22
2.72	69.28	11.41	1.28
2.73	69.24	11.42	1.28
2.88	69.23	11.39	1.22
2.87	69.23	11.5	1.2
2.74	69.28	11.47	1.28
2.71	69.26	11.48	1.28
2.89	69.23	11.46	1.23
2.87	69.23	11.52	1.23
2.77	69.23	11.39	1.22
2.8	69.22	11.45	1.26
2.94	69.2	11.48	1.23
2.88	69.23	11.42	1.2
2.75	69.27	11.41	1.29
2.8	69.25	11.4	1.3
2.97	69.24	11.42	1.32
2.85	69.28	11.47	1.31
2.63	69.3	11.47	1.3
2.76	69.27	11.52	1.27
2.98	69.23	11.43	1.32
2.87	69.27	11.37	1.3
2.64	69.31	11.42	1.25
2.78	69.28	11.4	1.31
2.96	69.23	11.43	1.3
2.96	69.26	11.4	1.26
2.77	69.28	11.36	1.2
2.82	69.24	11.49	1.28
2.97	69.23	11.46	1.32
2.92	69.24	11.42	1.32
2.69	69.28	11.4	1.3
2.79	69.23	11.43	1.28
2.89	69.23	11.43	1.26
2.86	69.23	11.48	1.3
2.74	69.26	11.41	1.28
2.68	69.27	11.41	1.3
2.91	69.2	11.39	1.27

Data Proses Distillation Coloumn (T-160)

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.75	69.27	11.4	1.26
2.82	69.23	11.36	1.3
2.93	69.22	11.43	1.26
2.88	69.23	11.52	1.27
2.69	69.28	11.43	1.32
2.79	69.23	11.37	1.3
2.89	69.23	11.42	1.25
2.86	69.23	11.4	1.3
2.74	69.26	11.43	1.3
2.68	69.27	11.4	1.26
2.91	69.2	11.36	1.2
3.04	69.19	11.49	1.28
3	69.2	11.46	1.32
2.87	69.19	11.42	1.32

Data Keluar : 28 Februari 2002 .

Data Proses Distillation Coloumn (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.66	69.32	11.4	1.22
2.66	69.28	11.47	1.3
2.87	69.23	11.55	1.23
2.87	69.23	11.53	1.24
2.7	69.23	11.42	1.24
2.71	69.23	11.41	1.28
2.89	69.22	11.4	1.3
2.93	69.23	11.42	1.32
2.76	69.27	11.39	1.3
2.64	69.28	11.36	1.32
2.73	69.28	11.44	1.3
2.69	69.27	11.52	1.25
2.75	69.23	11.39	1.28
2.79	69.23	11.45	1.26
2.66	69.28	11.48	1.22
2.73	69.24	11.47	1.2
2.85	69.25	11.47	1.28
2.72	69.28	11.42	1.3
2.71	69.24	11.42	1.28
2.86	69.23	11.47	1.32
2.81	69.23	11.42	1.2
2.91	69.24	11.45	1.26
2.67	69.28	11.46	1.26
2.64	69.27	11.46	1.27
2.83	69.22	11.52	1.22
2.96	69.21	11.44	1.22
2.77	69.23	11.4	1.2
2.72	69.23	11.39	1.26
2.92	69.19	11.41	1.27
2.99	69.23	11.46	1.22
2.85	69.24	11.4	1.3
2.65	69.28	11.4	1.3
2.75	69.24	11.42	1.28
2.88	69.23	11.4	1.22
2.69	69.27	11.42	1.29
2.63	69.23	11.47	1.3
2.81	69.19	11.5	1.26
2.88	69.23	11.47	1.29
2.67	69.28	11.48	1.32
2.67	69.24	11.46	1.26
2.94	69.16	11.47	1.28
3.04	69.18	11.52	1.22
3.05	69.2	11.43	1.29
2.92	69.2	11.38	1.32
2.87	69.19	11.39	1.28
3	69.23	11.42	1.32
2.98	69.27	11.43	1.31

Data Proses Distillation Coloumn (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.76	69.27	11.41	1.25
2.79	69.27	11.38	1.25
3.03	69.23	11.41	1.3
2.89	69.32	11.46	1.3
2.82	69.23	11.32	1.32
2.82	69.23	11.36	1.3
2.74	69.24	11.42	1.26
2.72	69.23	11.41	1.27
2.8	69.23	11.42	1.3
2.79	69.27	11.39	1.28
2.68	69.28	11.47	1.26
2.68	69.25	11.41	1.32
2.84	69.22	11.5	1.28
2.85	69.23	11.52	1.3
2.76	69.24	11.55	1.32
2.82	69.23	11.59	1.26
2.82	69.23	11.53	1.25
2.84	69.23	11.53	1.22
2.85	69.24	11.51	1.2
2.75	69.24	11.51	1.2
2.76	69.23	11.49	1.29
2.8	69.23	11.48	1.26
2.83	69.23	11.4	1.25
2.83	69.23	11.42	1.23
2.67	69.28	11.4	1.28
2.89	69.23	11.38	1.3
2.87	69.26	11.37	1.3
2.64	69.28	11.44	1.3
2.65	69.24	11.41	1.32
2.86	69.23	11.42	1.28
2.92	69.24	11.4	1.32
2.67	69.31	11.49	1.32
2.59	69.31	11.49	1.25
2.84	69.28	11.46	1.2
2.89	69.28	11.45	1.23
2.68	69.26	11.42	1.2
2.88	69.23	11.4	1.26
2.91	69.23	11.43	1.2
2.72	69.28	11.45	1.23
2.77	69.24	11.47	1.2
2.9	69.23	11.4	1.28
2.86	69.23	11.43	1.22
2.8	69.23	11.37	1.29
2.76	69.27	11.39	1.3
2.74	69.27	11.46	1.26
2.8	69.23	11.44	1.21
2.96	69.2	11.52	1.28

Data Proses Distillation Coloumn (T-160) per-menit

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.9	69.23	11.49	1.32
2.66	69.27	11.5	1.31
2.77	69.23	11.53	1.29
2.95	69.19	11.54	1.3
2.92	69.23	11.52	1.28
2.72	69.27	11.51	1.3
2.77	69.24	11.49	1.3
2.9	69.23	11.45	1.27
2.76	69.28	11.53	1.32
2.63	69.28	11.55	1.32
2.84	69.23	11.61	1.28
2.98	69.23	11.58	1.26
2.77	69.27	11.48	1.26
2.63	69.28	11.45	1.26
2.81	69.23	11.48	1.3
2.91	69.23	11.55	1.3
2.72	69.27	11.44	1.26
2.68	69.25	11.52	1.24
2.87	69.24	11.37	1.28
2.84	69.26	11.45	1.24
2.7	69.24	11.48	1.22
2.82	69.2	11.42	1.22
2.96	69.21	11.41	1.28
2.78	69.27	11.4	1.23
2.7	69.28	11.43	1.28
2.88	69.24	11.39	1.3
2.92	69.27	11.48	1.27
2.73	69.28	11.33	1.28
2.84	69.26	11.4	1.27
2.86	69.24	11.41	1.25
2.85	69.23	11.39	1.22
2.86	69.23	11.4	1.28
2.87	69.24	11.37	1.28
2.76	69.27	11.37	1.28
2.79	69.25	11.42	1.3
2.88	69.23	11.42	1.3
2.75	69.27	11.4	1.3
2.69	69.28	11.43	1.28
2.81	69.28	11.43	1.26
2.75	69.28	11.48	1.3
2.86	69.23	11.41	1.32
2.89	69.23	11.41	1.3
2.87	69.25	11.39	1.27
2.73	69.28	11.42	1.32
2.71	69.29	11.45	1.26
2.82	69.28	11.41	1.3
2.83	69.27	11.52	1.23

Data Proses Distillation Coloumn (T-160)

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
2.75	69.28	11.39	1.22
2.85	69.23	11.45	1.26
2.92	69.25	11.48	1.23
2.72	69.28	11.42	1.2
2.73	69.24	11.41	1.29
2.88	69.23	11.4	1.3
2.87	69.23	11.42	1.32
2.74	69.28	11.47	1.31
2.71	69.26	11.47	1.3
2.89	69.23	11.45	1.28
2.87	69.23	11.41	1.23
2.77	69.23	11.49	1.2
2.8	69.22	11.49	1.29
2.94	69.2	11.53	1.3
2.88	69.23	11.53	1.26
2.75	69.27	11.54	1.2
2.8	69.25	11.52	1.23
2.97	69.24	11.51	1.2
2.85	69.28	11.48	1.24
2.63	69.3	11.48	1.26
2.76	69.27	11.43	1.2
2.79	69.23	11.39	1.28
2.92	69.19	11.41	1.22
2.87	69.2	11.43	1.22
2.81	69.21	11.48	1.2
2.89	69.2	11.41	1.27
2.96	69.24	11.41	1.23
2.85	69.28	11.38	1.29
2.82	69.28	11.42	1.3
2.83	69.28	11.49	1.3
2.81	69.26	11.4	1.27
2.98	69.23	11.4	1.26
2.87	69.27	11.42	1.22
2.64	69.31	11.41	1.28
2.78	69.28	11.42	1.28
2.96	69.23	11.39	1.22
2.96	69.26	11.5	1.2
2.77	69.28	11.47	1.28
2.82	69.24	11.48	1.28
2.97	69.23	11.46	1.23
2.92	69.24	11.37	1.32
2.69	69.25	11.41	1.24
2.79	69.24	11.37	1.21
2.77	69.27	11.37	1.28
2.73	69.28	11.42	1.28
2.83	69.24	11.4	1.33
2.84	69.26	11.43	1.3

Data proses Distillation Coloumn (T-160)

Flow Steam (ton/hour)	Temperatur (deg C)	Flow NBD (ton/hour)	Level Bottom (meter)
3.04	69.19	11.42	1.32
3	69.2	11.45	1.26
2.87	69.19	11.41	1.3
2.94	69.16	11.52	1.3
3.04	69.18	11.55	1.32
3.05	69.2	11.59	1.26
2.92	69.2	11.53	1.25
2.87	69.19	11.53	1.22
3	69.23	11.51	1.2
2.98	69.27	11.51	1.2
2.76	69.27	11.49	1.29
2.79	69.27	11.48	1.26
3.03	69.23	11.4	1.25
2.89	69.32	11.42	1.23

Data keluar : 1 Maret 2002 .

DATA SHEET DISTILLATION COLOUMN T-160

1. Data Spesifikasi Distilasi Kolom.

Diameter Kolom	: 3048 inchi
Tinggi Kolom	: 50478 inchi
Tinggi Paket pada Rectifying	: 24498 inchi
Tinggi Paket pada Stripping	: 18578 inchi
Jarak Rectifying – Stripping	: 2100 inchi
Jarak Rectifying – Puncak Kolom	: 1752 inchi
Jarak Stripping – Dasar Kolom	: 3550 inchi
Volume Rectifying	: $1,787 \times 10^{11}$ inchi ³
Volume Stripping	: $1,355 \times 10^{11}$ inchi ³
Massa jenis IBD	: $2,7 \text{ kg/m}^3$
Massa jenis NBD	: 732 kg/m^3
Titik didih IBD	: $60 - 64 \text{ }^\circ\text{C}$
Titik didih NBD	: $75 - 77 \text{ }^\circ\text{C}$
Kapasitas	: 240 m^3
Insulation	: 75 hot
Design Pressure	: $0,196 \text{ kg/cm}^2\text{G}$
Design Temperatur	: 110°C
Operating pressure	: $0,0098 \text{ kg/cm}^2\text{G}$
Operating Temperature	: $65 - 79 \text{ }^\circ\text{C}$ (Top-Bottom)
Medium	: IBD, NBD
Joint effect	: 0,85

2. Kondisi Operasi Normal Pada Distilasi Kolom.

Temperatur Puncak Kolom	: $60,4^\circ\text{C}$
Temperatur	: $68,0^\circ\text{C}$
Laju Aliran Refluks Rata-rata	: $54,58 \text{ t/h}$
Laju Aliran Feed Rata-rata	: $11,21 \text{ t/h}$
Laju Aliran dari E-324	: $174,3 \text{ t/h}$
Laju Aliran dari E-434	: $187,2 \text{ t/h}$
Tekanan Kolom	: $0,141 \text{ kg/cm}^2\text{G}$

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Komposisi IBD/NBD pada Feed rata-rata | : 9-12/80-96 wt% |
| Komposisi Produk bawah | : 99,40 – 99,99 wt% |
| Komposisi Produk atas | : 94,40 – 99,99 wt% |
3. Data Spesifikasi Kontrol Valve.
4. Data Spesifikasi Kontrol Temperatur

Normal butyraldehyde

Formula	: C ₄ H ₈ O
Molecular Weight	: 72,1
Specific Gravity	: 0,783
Initial Boiling	: 75
Boiling point	: 63 – 64
Melting point	: -65
Relative density (water = 1)	: 0,8
Vapor pressure	: 15,3 kPa
Relative vapor density (udara = 1)	: 2,5
Appearance	: Liquid (+20°C)
Odour	: Unpleasant
Colour	: Colourless
Purity	: min. 99.0 %
Density	: 817 kg/m ³ (+20°C)
Melting point	: -99°C
Boiling point	: +75-76°C
Flash point	: -7 °C
Explosive limits in air	: 1.8-8.0 vol%
Auto-ignition temp.	: +230°C (DIN 51 794)
Vapour pressure	: 148 hPa at 20°C
Solubility in water	: 71 g/l at 20°
pH in water sol.	: neutral
Solubility in other solvents	: Aceton, alcohols
Partition coefficient n-octanol/water	: log Pow: 0.79 (OECD 107)

Partition coefficient n-octanol/water : log Pow: 0.79 (OECD 107)

Isobutyraldehyde

Appearance	: Liquid (+20°C)
Odour	: Unpleasant
Colour	: Colourless
Purity	: min. 99.0 %
Density	: 791 kg/m ³ (+20°C)
Melting point	: -65°C
Boiling point	: +64°C
Flash point	: -24°C
Explosive limits in air	: 1.6-11.0 vol%
Auto-ignition temp.	: 227°C (DIN 51 794) See Section 16.
Vapour pressure	: 189 hPa at 20°C
Solubility in water	: 75 g/l at 20°
Solubility in other solvents	: Aceton, alcohols
Partition coefficient n-octanol/water	: log Pow 0.77 (OECD 107)

Mengetahui :

 18/6/202

(WARSONG)

Process Eng. PT PONI

Nomor : L-PGHRD/EXT-12-02
Tanggal : 15 Februari 2002

Hal 1 dari

Ir. Ya'umar , MT
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Fisika
Surabaya

Perihal : Pelaksanaan Tugas Akhir

Dengan hormat,

Menunjuk surat Bapak No. 011/03.0.2.5/KM/2002 perihal Permohonan Fasilitas Tugas Akhir satu orang mahasiswa Jurusan Teknik Fisika FTI - ITS Surabaya :

1. Irfan Bintoro NIM. 2498100017

dengan ini kami memberikan kesempatan kepada yang bersangkutan untuk melakukan tugas akhir di perusahaan kami selama satu bulan terhitung mulai tanggal 25 Februari s.d 25 Maret 2002.

Demikian, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,



Surasto Pramuji
HRD & GA Manager
NRP/EVD



Tembusan : Bp. Hendrawan Priatna

LAMPIRAN E

DAFTAR ISI


```

*****
% IDENTIFIKASI PROSES DISTILLATION COLUMN
% MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN
% DI PT. PETRO OXO NUSANTARA GRESIK
%
% PROGRAM TRAINING-MODEL LEVEL CAIRAN
%
%TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK FISIKA FTI-ITS
%PRESENTED BY : IRFAN BINTORO
*****

```

```

echo off;
clear;
clc;
clf;
rand('state',0);
% Struktur data model ARX
% Data inputan jaringan (belum dinormalisasi)
%Data ke- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64
64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83
84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105
106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125
126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145
146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163
164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181
182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200

P = [
1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3 1.32
1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3 1.32
1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32 1.28
1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.31 1.29 1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27 1.25
1.22 1.28 1.29 1.28 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3 1.26
1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.23 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.3 1.27 1.26 1.22 1.29 1.28
1.22 1.2 1.29 1.28 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.41 1.42 1.43 1.44 1.45
1.3 1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23;
1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3
1.32 1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3
1.32 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32
1.28 1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.31 1.29 1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27
1.25 1.22 1.28 1.28 1.23 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3
1.26 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.23 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.28 1.22 1.28 1.28 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23 1.23
1.32 1.3 1.23 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23;
1.3 1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3
1.3 1.3 1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3
1.32 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32
1.28 1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.31 1.29 1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27
1.25 1.22 1.28 1.28 1.23 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3
1.26 1.3 1.26 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.22 1.28 1.28 1.22 1.2 1.28 1.28 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.28 1.32 1.32 1.3 1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26;
11.42 11.4 11.42 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.41 11.4
11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.42 11.45
11.45 11.48 11.47 11.47 11.42 11.42 11.47 11.47 11.52 11.43 11.38 11.39 11.42
11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.38
11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.4 11.41
11.45 11.47 11.4 11.43 11.37 11.39 11.45 11.41 11.49 11.49 11.53 11.53 11.54 11.52
11.36 11.49 11.46 11.42 11.4 11.43 11.43 11.48 11.41 11.41 11.39 11.42 11.45 11.41

11.4 11.42 11.4 11.42 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.41
11.4 11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.42
11.46 11.46 11.46 11.52 11.44 11.4 11.39 11.41 11.46 11.45 11.53 11.55 11.61 11.64
11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.38
11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.4 11.41
11.45 11.47 11.4 11.43 11.37 11.39 11.45 11.41 11.49 11.49 11.53 11.53 11.54 11.52
11.36 11.49 11.46 11.42 11.4 11.43 11.43 11.48 11.41 11.41 11.39 11.42 11.45 11.41
11.4 11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.47 11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.42
11.39 11.45 11.48 11.47 11.47 11.42 11.47 11.52 11.43 11.43 11.38 11.39 11.41
11.42 11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41
11.38 11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.48 11.33
11.4 11.41 11.39 11.4 11.37 11.37 11.42 11.42 11.44 11.52 11.37 11.45 11.48 11.42
11.41 11.4 11.43 11.39 11.37 11.41 11.37 11.37 11.47 11.47 11.4 11.43 11.4 11.36 11.43 11.45
11.52 11.39 11.45 11.48 11.42 11.41 11.41 11.4 11.42 11.47 11.47 11.52 11.43 11.37 11.42

% Data Target yaitu Tinggi Level Cairan Normal Buthyraldehid(m) (belum dinormalisasi)
T = [ 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3 1.32
1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3 1.32
1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32 1.25
1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29 1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27 1.25
1.22 1.28 1.28 1.28 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3 1.26
1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.3 1.27 1.26 1.22 1.29 1.28
1.22 1.2 1.28 1.26 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32 1.32
1.3 1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23];
%Proses Normalisasi data yaitu semua data dengan data tertinggi = 11.61
nP= P/11.61;
nT= T/11.61;

disp('=====')
disp(' PROGRAM TRAINING JARINGAN ')
disp(' MODEL LEVEL CAIRAN ')
disp(' SETTING VARIABLE LEARNING ')
disp('=====')
% Ukuran Matrix Input JST
D=[6,200];
D=size(nP);
[r,q]=size(nP);

```



```

% TRAINING JST dengan memasukkan data-data numerik pada masing-masing parameter
disp('          HIDDEN LAYER')

sembunyi=input(' Pilih Jumlah Layer Hidden(1 or 2): ');
if sembunyi == 1
    unithiden=input(' Jumlah Node pada Hidden : ');
    s1=unithiden;
    [s2,q]=size(nT);
else
    unithiden=input(' Node pada Hidden 1: ');
    unithiden2=input(' Node pada Hidden 2: ');
    s1=unithiden;
    s2=unithiden2;
    [s3,q]=size(nT);
end
Q=length(nP);

% Proses pemilihan jumlah Hidden Layer yang diinginkan
if sembunyi == 1
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
else
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.LW{3,2}=rands(s3,s2);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
    IPnet.b{3}=rands(s3);
end

% Network design is Feed Forward Neural
if sembunyi == 1
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2],{'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
else
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2 s3],{'logsig' 'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
end

disp('          *****')
disp('          NETWORK PARAMETER          ')
iterasi=input(' Iterasi maksimum (max 20000) : ');
erorbatas=input(' Error (default 0.000001) : ');
alfa=input(' Learning rate (0.1 - 0.9) : ');
myu=input(' Konstanta momentum (0.1 - 0.9) : ');
disp('          *****')
disp(' ')
disp(' >>TRAINING PROCESS DILAKSANAKAN!!!<<')
disp(' ')

% Initialization of each training parameters

IPnet.performFcn='mse';
IPnet.trainParam.epochs=iterasi;
IPnet.trainParam.goal=erorbatas;
IPnet.trainParam.lr=alfa;
IPnet.trainParam.mc=myu;
IPnet.trainParam.show=50;
IPnet.trainParam.lr_inc=1.05;
IPnet.trainParam.lr_dec=0.7;
IPnet.trainParam.max_fail=5;
IPnet.trainParam.max_perf_inc=1.04;
IPnet.trainParam.min_grad=1e-10;
IPnet.trainParam.time=inf;

% Training Set Command
IPnet = train(IPnet,nP,nT);
figure(1)
ylabel('Mean-Squared Error');
hold on;

% Plotting Training Result
y = 11.61*sim(IPnet,nP);
figure(2)
clf
plot(1:200, (nT*11.61), '-k');
hold on;
plot(1:200, y, '-r');
title('TRAINING JST');
axis([0, 200,1, 1.5]);
ylabel('OUTPUT (Level(m))');
xlabel('SAMPEL (jam ke-)');

```



```

grid on;
disp('TRAINING PROCESS SIMULATION :');y

% Initialization of each layer
if sembunyi == 1
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
else
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mw3=IPnet.LW(3,2);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
    mb3=IPnet.b(3);
end

if sembunyi == 1
    save c:\irfan2\mw1c.dat mw1 /ascii;    %saving weight mw1
    save c:\irfan2\mw2c.dat mw2 /ascii;    %saving weight mw2
    save c:\irfan2\mb1c.dat mb1 /ascii;    %saving bias mb1
    save c:\irfan2\mb2c.dat mb2 /ascii;    %saving bias mb2
else
    save c:\irfan2\mw1c.dat mw1 /ascii;    %saving weight mw1
    save c:\irfan2\New2\mw2c.dat mw2 /ascii;    %saving weight mw2
    save c:\irfan2\New2\mw3c.dat mw3 /ascii;    %saving weight mw3
    save c:\irfan2\New2\mb1c.dat mb1 /ascii;    %saving bias mb1
    save c:\irfan2\New2\mb2c.dat mb2 /ascii;    %saving bias mb2
    save c:\irfan2\New2\mb3c.dat mb3 /ascii;    %saving bias mb3
end

save c:\irfan2\y.dat y /ascii;    %saving training simulation result
disp('.....')
disp('          Training is over....guys!!!!!!!')
disp('.....')

```

IDENTIFIKASI PROSES DISTILLATION COLOUMN

PROGRAM TRAINING & VALIDASI MODEL

BY: IRFAN BINTORO (2498 100 017)

TUGAS AKHIR 2002

echo off;

clear;

clc;

clf;

rand('state',0);

% Struktur data model ARX

% Data inputan jaringan (belum dinormalisasi)

```
%Data ke- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66
67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89
90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112
113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135
136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158
159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181
182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200

P = [ 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3 1.32
1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3 1.32
1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.29 1.26 1.22 1.2 1.29 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32 1.25
1.28 1.3 1.26 1.2 1.28 1.23 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29 1.3 1.29 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27 1.25
1.22 1.28 1.28 1.29 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3 1.26
1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.28 1.23 1.3 1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.3 1.27 1.26 1.28 1.28
1.22 1.2 1.28 1.29 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32
1.3 1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23;
1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3
1.32 1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3
1.32 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.28 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.32
1.25 1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.23 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27
1.25 1.22 1.28 1.28 1.28 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3
1.26 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.29 1.22 1.2 1.28 1.26 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32
1.32 1.3 1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23;
1.3 1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.32 1.28 1.3
1.3 1.3 1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3
1.32 1.32 1.25 1.25 1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27
1.28 1.27 1.25 1.22 1.28 1.28 1.38 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3
1.26 1.3 1.26 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.22 1.26 1.28 1.22 1.2 1.28 1.28 1.23 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2
1.29 1.32 1.32 1.3 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23;
11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.47 11.46 11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.4 11.45
11.45 11.48 11.47 11.47 11.47 11.42 11.47 11.47 11.52 11.43 11.38 11.39 11.42 11.41 11.38 11.42
11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.41 11.41
11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.41 11.49 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.4 11.41
11.45 11.47 11.4 11.43 11.37 11.39 11.45 11.41 11.49 11.49 11.53 11.53 11.54 11.52 11.45 11.41
11.36 11.49 11.46 11.42 11.42 11.4 11.43 11.42 11.48 11.41 11.41 11.41 11.41 11.41 11.41 11.41

11.4 11.42 11.4 11.42 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.41
11.4 11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.42
11.45 11.46 11.46 11.52 11.44 11.4 11.39 11.41 11.42 11.45 11.53 11.55 11.61 11.38 11.58
11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.38 11.41
11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.4 11.41
11.45 11.47 11.4 11.43 11.37 11.39 11.45 11.41 11.49 11.53 11.53 11.54 11.52 11.41 11.41
11.36 11.49 11.46 11.42 11.4 11.43 11.43 11.48 11.41 11.41 11.39 11.42 11.45 11.41 11.41
11.4 11.4 11.42 11.4 11.42 11.4 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.41
11.4 11.42 11.39 11.36 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.47 11.41 11.42 11.49 11.49 11.46 11.42
11.39 11.45 11.48 11.47 11.47 11.42 11.42 11.47 11.47 11.41 11.41 11.41 11.41 11.41 11.41
11.42 11.43 11.41 11.38 11.41 11.48 11.43 11.39 11.41 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.41
11.38 11.42 11.46 11.44 11.52 11.49 11.5 11.53 11.54 11.52 11.51 11.49 11.48 11.33 11.48 11.33
11.4 11.41 11.39 11.4 11.37 11.37 11.42 11.42 11.44 11.52 11.37 11.45 11.48 11.48 11.42
11.41 11.4 11.43 11.39 11.37 11.41 11.37 11.37 11.42 11.4 11.43 11.4 11.36 11.43 11.45
11.52 11.39 11.45 11.46 11.42 11.41 11.41 11.4 11.42 11.47 11.47 11.52 11.43 11.37 11.42
```

% Data Target yaitu Level Cairan NBD(belum dinormalisasi)

```
T = [1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.28 1.3 1.3 1.3 1.32 1.32
1.32 1.32 1.25 1.3 1.2 1.26 1.26 1.27 1.32 1.32 1.2 1.26 1.27 1.22 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.3 1.32 1.3
1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.3 1.28 1.28 1.32 1.28 1.28 1.22 1.29 1.32 1.3 1.32 1.32 1.25 1.25
1.3 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.3 1.27 1.23 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29 1.3 1.3 1.27 1.28 1.27 1.25 1.22
1.28 1.28 1.28 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.32 1.3 1.26 1.3 1.26 1.23
1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.3 1.27 1.26 1.22 1.28 1.28 1.22
1.2 1.28 1.28 1.33 1.33 1.32 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.27 1.32 1.3 1.25 1.31 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32 1.32 1.3
1.28 1.26 1.3 1.28 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.23]
```

nP= P/11.61;

nT= T/11.61;

% Data for validation (data ini merupakan data diluar training)

```
Pv = [ 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.23 1.25 1.29 1.26 1.22 1.2 1.29 1.3 1.29
1.32 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.3 1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.28 1.22 1.29 1.32
1.28 1.32 1.31 1.25 1.25 1.3 1.3 1.32 1.32 1.32 1.32 1.25 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31
1.29 1.3 1.29 1.3 1.3 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.29 1.3 1.27 1.26
1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.3 1.27 1.26 1.22 1.28 1.28 1.22 1.2 1.28
1.28 1.23 1.32 1.24 1.22 1.28 1.28 1.33 1.3 1.26 1.3 1.26 1.27 1.32 1.3 1.25 1.3 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32 1.32;
1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.3 1.32 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.3 1.28
1.32 1.31 1.25 1.25 1.3 1.3 1.32 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25
1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.26 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.38 1.3 1.27 1.28 1.27 1.25 1.22 1.28 1.28
1.28 1.3 1.3 1.28 1.26 1.3 1.32 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31 1.3 1.28 1.23 1.2
1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.3 1.27 1.26 1.22 1.28 1.28 1.22 1.2
1.28 1.28 1.23 1.32 1.24 1.21 1.29 1.28 1.33 1.3 1.26 1.3 1.26 1.27 1.32 1.3 1.25 1.3 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32;
1.22 1.3 1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.3 1.25 1.28 1.26 1.22 1.2 1.28 1.3
1.29 1.32 1.2 1.26 1.26 1.27 1.22 1.22 1.2 1.26 1.27 1.22 1.3 1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.28 1.22 1.29 1.32
1.29 1.32 1.31 1.25 1.25 1.3 1.3 1.32 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.28 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26
1.25 1.23 1.28 1.3 1.3 1.3 1.32 1.28 1.32 1.32 1.25 1.2 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.29 1.22 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31
```



```

1.29 1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.27 1.28
1.27 1.25 1.22 1.28 1.28 1.28 1.3 1.3 1.3 1.28 1.26 1.3 1.32 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32
1.31 1.3 1.28 1.23 1.3 1.29 1.3 1.26 1.3 1.23 1.3 1.24 1.26 1.3 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.3 1.27 1.26
1.22 1.28 1.28 1.22 1.2 1.28 1.28 1.23 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.33 1.3 1.26 1.3 1.26 1.27 1.32 1.3 1.25 1.3 1.3 1.26 1.2
1.28;
11.55 11.53 11.42 11.41 11.4 11.42 11.39 11.36 11.44 11.52 11.39 11.45 11.48 11.47 11.47 11.42
11.42 11.47 11.42 11.45 11.46 11.46 11.52 11.44 11.4 11.39 11.41 11.46 11.4 11.4 11.42 11.4 11.42
11.51 11.51 11.49 11.48 11.4 11.42 11.4 11.38 11.37 11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49
11.44 11.52 11.37 11.45 11.48 11.42 11.41 11.4 11.43 11.39 11.48 11.33 11.4 11.41 11.39
11.53 11.54 11.52 11.51 11.48 11.48 11.43 11.39 11.41 11.43 11.48 11.41 11.41 11.41
11.38 11.42 11.49 11.4 11.4 11.42 11.41 11.42 11.39 11.5 11.47 11.48 11.46 11.37 11.41
11.47 11.55 11.53 11.42 11.41 11.4 11.42 11.39 11.36 11.44 11.52 11.39 11.45 11.48 11.47 11.47
11.42 11.42 11.47 11.42 11.45 11.46 11.46 11.52 11.44 11.4 11.39 11.41 11.46 11.4 11.4 11.42
11.4 11.42 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.47 11.52 11.43 11.38 11.39 11.42 11.43
11.41 11.38 11.41 11.46 11.32 11.36 11.42 11.41 11.42 11.39 11.47 11.41 11.5 11.52
11.55 11.59 11.53 11.53 11.51 11.51 11.49 11.48 11.4 11.42 11.4 11.38 11.37 11.44
11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.45 11.42 11.4 11.43 11.45 11.47 11.4 11.43 11.37
11.46 11.33 11.4 11.41 11.39 11.4 11.37 11.37 11.42 11.42 11.4 11.43 11.43 11.48 11.41
11.41 11.39 11.42 11.45 11.41 11.52 11.39 11.45 11.48 11.42 11.41 11.4 11.42 11.47
11.48 11.46 11.37 11.41 11.37 11.37 11.42 11.4 11.43 11.4 11.36 11.43 11.52 11.43
11.37 11.42 11.4 11.43 11.4 11.36 11.49 11.46 / 11.52 11.39 11.45 11.48 11.47
11.4 11.47 11.55 11.53 11.42 11.41 11.4 11.42 11.39 11.36 11.44 11.52 11.39 11.41 11.46 11.4 11.4
11.42 11.4 11.42 11.47 11.5 11.47 11.48 11.46 11.47 11.52 11.43 11.38 11.39 11.39 11.42
11.43 11.41 11.38 11.41 11.46 11.32 11.36 11.42 11.41 11.42 11.39 11.47 11.41 11.41 11.5
11.52 11.55 11.59 11.53 11.53 11.51 11.51 11.49 11.48 11.4 11.42 11.4 11.38 11.37 11.44
11.44 11.41 11.42 11.4 11.49 11.49 11.46 11.45 11.42 11.4 11.43 11.45 11.47 11.4 11.43 11.43
11.39 11.48 11.33 11.4 11.41 11.39 11.4 11.37 11.37 11.42 11.42 11.4 11.43 11.43 11.43 11.48
11.41 11.41 11.39 11.42 11.45 11.41 11.52 11.39 11.45 11.48 11.42 11.41 11.4 11.42 11.47
11.47 11.48 11.46 11.37 11.41 11.37 11.37 11.42 11.4 11.43 11.4 11.36 11.43 11.52
11.43 11.37 11.42 11.4 11.43 11.4 11.36 11.49 /;

```

```

Tv = [1.23 1.24 1.24 1.28 1.3 1.32 1.3 1.32 1.3 1.25 1.26 1.26 1.22 1.2 1.28 1.3 1.28 1.32
1.2 1.26 1.26 1.27 1.23 1.23 1.2 1.26 1.27 1.23 1.3 1.3 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.29 1.32 1.26 1.28 1.22 1.29 1.32 1.29 1.32 1.29 1.32
1.31 1.28 1.28 1.3 1.3 1.32 1.3 1.3 1.26 1.27 1.3 1.28 1.26 1.32 1.38 1.3 1.32 1.26 1.25 1.22 1.2 1.2 1.29 1.26 1.25 1.25 1.23
1.28 1.3 1.3 1.3 1.32 1.28 1.32 1.32 1.25 1.2 1.23 1.2 1.26 1.2 1.23 1.2 1.28 1.22 1.29 1.3 1.26 1.21 1.28 1.32 1.31 1.29
1.3 1.28 1.3 1.3 1.27 1.32 1.32 1.28 1.26 1.26 1.26 1.3 1.3 1.26 1.24 1.28 1.24 1.22 1.22 1.28 1.23 1.28 1.3 1.27 1.28 1.27
1.25 1.22 1.28 1.28 1.28 1.3 1.3 1.3 1.28 1.26 1.3 1.32 1.3 1.27 1.32 1.26 1.3 1.23 1.22 1.26 1.23 1.2 1.29 1.3 1.32 1.31
1.3 1.28 1.23 1.2 1.29 1.3 1.26 1.2 1.23 1.2 1.24 1.26 1.2 1.28 1.22 1.22 1.2 1.27 1.23 1.29 1.3 1.3 1.27 1.26 1.22 1.28
1.29 1.22 1.2 1.28 1.28 1.23 1.32 1.24 1.21 1.28 1.28 1.33 1.3 1.26 1.3 1.26 1.27 1.32 1.3 1.25 1.3 1.3 1.26 1.2 1.28 1.32
1.32]

```

```
nPv= Pv/11.61;
```

```
nTv= Tv/11.61;
```

```

disp('=====')
disp('SETTING VARIABLE LEARNING')
disp('Program Validasi Model-Level Cairan')
disp('=====')
% Ukuran Matrix Input JST
D=[6,200];
D=size(nP);Dv=size(nPv);
[r,q]=size(nP);

% TRAINING JST dengan memasukkan data-data numerik pada masing-masing parameter
disp('HIDDEN LAYER')

sembunyi=input('Pilih Jumlah Layer Hidden(1 or 2): ');
if sembunyi == 1
    unithiden=input('Jumlah Node pada Hidden : ');
    s1=unithiden;
    [s2,q]=size(nT);
else
    unithiden=input('Node pada Hidden 1: ');
    unithiden2=input('Node pada Hidden 2: ');
    s1=unithiden; s2=unithiden2;
    [s3,q]=size(nT);
end
Q=length(nP);

if sembunyi == 1
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
else
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.LW{3,2}=rands(s3,s2);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
    IPnet.b{3}=rands(s3);
end

%=====
% NETWORK DESIGN
%=====
% Network design is Feed Forward Neural
if sembunyi == 1
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2],{'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
else
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2 s3],{'logsig' 'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');

```

end

```
disp(' *****')
disp('          NETWORK PARAMETER          ')
iterasi=input(' Iterasi maksimum (max 20000) : ');
erorbatas=input(' Error (default 0.000001) : ');
alfa=input(' Learning rate (0.1 - 0.9) : ');
myu=input(' Konstanta momentum (0.1 - 0.9) : ');
disp(' *****')
disp(' ')
disp(' >>TRAINING PROCESS IN ACTION GUYS!!!<<')
disp(' ')
```

% Initialization of each training parameters

```
IPnet.performFcn='mse';
IPnet.trainParam.epochs=iterasi;
IPnet.trainParam.goal=erorbatas;
IPnet.trainParam.lr=alfa;
IPnet.trainParam.mc=myu;
IPnet.trainParam.show=50;
IPnet.trainParam.lr_inc=1.05;
IPnet.trainParam.lr_dec=0.7;
IPnet.trainParam.max_fail=5;
IPnet.trainParam.max_perf_inc=1.04;
IPnet.trainParam.min_grad=1e-10;
IPnet.trainParam.time=inf;
```

% Training Set Command

```
IPnet = train(IPnet,nP,nT);
figure(1)
ylabel('Mean-Squared Error');
hold on;
```

% Plotting of Training Result

%=====

% Compared between Output and Target

```
y = 11.61*sim(IPnet,nP);
figure(2)
clf
plot(1:200, (nT*11.61), '-k');
hold on;
plot(1:200, y, '-r');
title('TRAINING NEURAL NETWORK RESULT');
axis([0, 200, 0.75, 1.75]);
ylabel('Output(red) Target(black) Level (m)');
xlabel('SAMPEL (menit ke-)');
grid on;
disp('TRAINING PROCESS SIMULATION :');y
```

% Plotting of Validation Result

%=====

% Compared between Output and Target

```
yv = 11.61*sim(IPnet,nPv);
figure(3)
clf
plot(1:200, (nTv*11.61), '-k');
hold on;
plot(1:200, yv, '-r');
title('HASIL VALIDASI MODEL');
axis([0, 200, 0.75, 1.75]);
ylabel('Output(red) Target(black) Level Cairan(m)');
xlabel('SAMPEL (menit ke-)');
grid on;
disp('VALIDATION PROCESS SIMULATION WITH FF-NEURAL NETWORK :');yv
```

pause % Push any key to see the error signal...

% PREDICTION ERROR

%=====

% Error is the difference between output NN and the target from validation process.

```
e = Tv - yv;
```

% This error can be plotted.

```
time = 1:1:200;
figure(4)
plot(time,e);
hold on;
plot([min(time) max(time)], [0 0],':r');
hold off;
xlabel(' SAMPEL (menit ke -)');
```



```

ylabel('Error - (meter)');
title('Prediction Error ');

pause % Push any key to see the regresion coefficient...

% CORRELATION FUNCTION
%=====
% To know the correlation between NN output and Actual Output
figure(5)
[m,b,r] = postreg(yv,Tv);
hold on;
xlabel('Nilai Output Aktual Plant (meter)');
ylabel('Nilai Output JST (meter)');

% Initialization of each layer for saving process
if sembunyi == 1
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
else
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mw3=IPnet.LW(3,2);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
    mb3=IPnet.b(3);
end

% Saving Process data on a file
if sembunyi == 1
    save c:\Irfan2\mw1c.dat mw1 /ascii; %saving weight mw1
    save c:\Irfan2\mw2c.dat mw2 /ascii; %saving weight mw2
    save c:\Irfan2\mb1c.dat mb1 /ascii; %saving bias mb1
    save c:\Irfan2\mb2c.dat mb2 /ascii; %saving bias mb2
else
    save c:\Irfan\New2\mw1c.dat mw1 /ascii; %saving weight mw1
    save c:\Irfan\New2\mw2c.dat mw2 /ascii; %saving weight mw2
    save c:\Irfan\New2\mw3c.dat mw3 /ascii; %saving weight mw3
    save c:\Irfan\New2\mb1c.dat mb1 /ascii; %saving bias mb1
    save c:\Irfan\New2\mb2c.dat mb2 /ascii; %saving bias mb2
    save c:\Irfan\New2\mb3c.dat mb3 /ascii; %saving bias mb3
end

save c:\Irfan\New2\y.dat y /ascii; %saving training simulation result
save c:\Irfan\New2\yv.dat yv /ascii; %saving validation simulation result
disp('.....')
disp('          Training is over....guys!!!!!!')
disp('.....')

```

 % Assalamu'alaikum Wr. Wb
 % IDENTIFIKASI PROSES DISTILLATION COLOUMN
 % PROGRAM TRAINING MODEL TEMPERATUR
 % IRFAN BINTORO (2498 100 017)
 % TUGAS AKHIR 2002
 % Juli 2002
 %*****

[illegible]


```

    unithiden=input( ' Jumlah Node pada Hidden : ');
    s1=unithiden;
    [s2,q]=size(nT);
else
    unithiden=input( ' Node pada Hidden 1: ');
    unithiden2=input(' Node pada Hidden 2: ');
    s1=unithiden; s2=unithiden2;
    [s3,q]=size(nT);
end
Q=length(nP);

if sembunyi == 1
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
else
    IPnet.IW{1,1}=rands(s1,r);
    IPnet.LW{2,1}=rands(s2,s1);
    IPnet.LW{3,2}=rands(s3,s2);
    IPnet.b{1}=rands(s1);
    IPnet.b{2}=rands(s2);
    IPnet.b{3}=rands(s3);
end

% Network design is Feed Forward Neural
if sembunyi == 1
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2],{'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
else
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2 s3],{'logsig' 'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
end

disp(' *****')
disp('          NETWORK PARAMETER          ')
iterasi=input( ' Iterasi maksimum (max 20000) : ');
erorbatas=input(' Error (default 0.00000001) : ');
alfa=input( ' Learning rate (0.1 - 0.9) : ');
myu=input( ' Konstanta momentum (0.1 - 0.9) : ');
disp(' *****')
disp(' ')
disp('          >>TRAINING PROCESS IN ACTION GUYS!!!<<')
disp(' ')

% Initialization of each training parameters

    IPnet.performFcn='mse';
    IPnet.trainParam.epochs=iterasi;
    IPnet.trainParam.goal=erorbatas;
    IPnet.trainParam.lr=alfa;
    IPnet.trainParam.mc=myu;
    IPnet.trainParam.show=50;
    IPnet.trainParam.lr_inc=1.05;
    IPnet.trainParam.lr_dec=0.7;
    IPnet.trainParam.max_fail=5;
    IPnet.trainParam.max_perf_inc=1.04;
    IPnet.trainParam.min_grad=1e-10;
    IPnet.trainParam.time=inf;

% Training Set Command
IPnet = train(IPnet,nP,nT);
figure(1)
ylabel('Mean-Squared Error');
hold on;

% Plotting Training Result
y = 69.32*sim(IPnet,nP);
figure(2)
clf
plot(1:200, (nT*69.32), '-k');
hold on;
plot(1:200, y, '-r');
title('TRAINING JST');
axis([0, 200, 69, 69.5]);
ylabel('OUTPUT');
xlabel('(jam ke-)');
grid on;
disp('TRAINING PROCESS SIMULATION :');y

% Initialization of each layer
if sembunyi == 1
    mw1=IPnet.IW{1,1};
    mw2=IPnet.LW{2,1};

```

```

    mb1=IPnet.b{1};
    mb2=IPnet.b{2};
else
    mw1=IPnet.IW{1,1};
    mw2=IPnet.LW{2,1};
    mw3=IPnet.LW{3,2};
    mb1=IPnet.b{1};
    mb2=IPnet.b{2};
    mb3=IPnet.b{3};
end

if sembunyi == 1
    save c:\Irfan3\mw1c.dat mw1 /ascii;    %saving weight mw1
    save c:\Irfan3\mw2c.dat mw2 /ascii;    %saving weight mw2
    save c:\Irfan3\mb1c.dat mb1 /ascii;    %saving bias mb1
    save c:\Irfan3\mb2c.dat mb2 /ascii;    %saving bias mb2
else
    save c:\Irfan3\mw1c.dat mw1 /ascii;    %saving weight mw1
    save c:\Irfan3\mw2c.dat mw2 /ascii;    %saving weight mw2
    save c:\Irfan3\mw3c.dat mw3 /ascii;    %saving weight mw3
    save c:\Irfan3\mb1c.dat mb1 /ascii;    %saving bias mb1
    save c:\Irfan3\mb2c.dat mb2 /ascii;    %saving bias mb2
    save c:\Irfan3\mb3c.dat mb3 /ascii;    %saving bias mb3
end

save c:\Irfan3\y.dat y /ascii;            %saving training simulation result
disp('.....')
disp('          Training is over....guys!!!!!!!')
disp('.....')
```



```

*****
Assalamu'alaikum Wr. Wb
IDENTIFIKASI PROSES DISTILLATION COLOUMN
PROGRAM TRAINING & VALIDASI MODEL TEMPERATUR
IRFAN BINTORO (2498 100 017)
TUGAS AKHIR 2002
Juli 2002
*****

```

```

echo off;
clear;
clc;
clf;
rand('state',0);
% Struktur data model ARX
% Data inputan jaringan (belum dinormalisasi)
%Data ke- 1      2      3      4      5      6      7      8      9      10     11     12     13     14     15     16     17     18
19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40
41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54  55  56  57  58  59  60  61  62
63  64  65  66  67  68  69  70  71  72  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85
86  87  88  89  90  91  92  93  94  95  96  97  98  99  100 101 102 103 104 105 106 107 108
109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131
132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154
155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177
178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200

P = [ 69.23 69.23      69.28      69.24      69.25      69.28      69.23      69.24      69.23 69.24      69.28      69.24      69.23      69.27      69.23
      69.23      69.23      69.24      69.23      69.23      69.27      69.28      69.28      69.23      69.27      69.23      69.24      69.23      69.27      69.23
      69.23      69.24      69.28      69.27      69.23      69.23      69.23      69.23      69.23      69.23      69.24      69.23      69.24      69.23      69.23
      69.27      69.24 69.23      69.28      69.28      69.23      69.23      69.28      69.28      69.28      69.28      69.28      69.28      69.28      69.23
      69.19      69.21 69.21      69.21 69.24      69.28      69.28      69.28      69.28 69.28      69.28      69.23      69.24      69.24      69.27
      69.28      69.24      69.23 69.24      69.28      69.23      69.23      69.23      69.23      69.23      69.27      69.28 69.19      69.24      69.28
      69.21      69.23      69.23      69.23      69.19      69.23 69.28      69.28      69.23      69.23      69.27      69.28      69.23      69.23      69.27
      69.23 69.28      69.26      69.23      69.23      69.28      69.24      69.24      69.23      69.23      69.27      69.28      69.23      69.24      69.23
      69.24      69.21 69.21      69.27      69.28      69.24      69.24      69.27 69.28      69.23      69.21 69.23      69.27      69.23      69.23
      69.23      69.27 69.28      69.23      69.28      69.28      69.24      69.23      69.23      69.28      69.28      69.23      69.23      69.19      69.23
      69.22      69.21 69.23      69.27      69.25      69.24      69.28      69.23 69.27      69.23      69.27      69.31      69.28      69.23
      69.26      69.23      69.24      69.23 69.24      69.28      69.23      69.23      69.23      69.23      69.24      69.27      69.21 69.19      69.21
      69.28      69.27      69.23      69.23      69.28      69.24      69.28      69.28      69.24      69.28      69.24      69.23 69.24      69.23
      69.23      69.21      69.23      69.23      69.19      69.23 69.28      69.28      69.28      69.23      69.23      69.27      69.28      69.23
      69.26      69.24      69.21 69.21      69.27      69.28      69.24      69.27 69.28      69.23      69.23      69.27 69.27      69.24
      69.26      69.23      69.27 69.28      69.23      69.23      69.24      69.24      69.23      69.23      69.23      69.27 69.23      69.19
      69.23      69.23      69.21 69.23      69.27      69.25      69.24      69.28      69.23 69.27      69.23      69.23      69.28      69.23
      69.23      69.26      69.28      69.24      69.23 69.24      69.28      69.23      69.23      69.23      69.23      69.27      69.21 69.19
      69.21 69.19      69.16      69.18      69.21 69.23 69.19      69.23      69.23      69.27      69.27      69.26      69.17      69.21 69.19
      2.76      2.79 2.66      2.73 2.65 2.72      2.71 2.66 2.65 2.68      2.75 2.66      2.69 2.73      2.71 2.66      2.67 2.64      2.68 2.66      2.62 2.67
      2.64 2.64      2.69 2.68      2.66 2.67 2.67      2.71 2.71 2.69 2.69      2.76 2.64      2.61 2.71      2.67 2.64      2.63 2.66      2.63 2.63      2.64
      2.66 2.77      2.63 2.61      2.61 2.72      2.65      2.62      2.62 2.74 2.72      2.68 2.73      2.68 2.68      2.64 2.68      2.69 2.79      2.77 2.73      2.63 2.64 2.75
      2.62 2.63      2.68      2.62 2.62      2.64      2.65 2.75      2.76 2.66      2.63 2.63      2.67      2.63 2.68      2.61 2.72      2.77 2.69      2.66 2.68      2.76 2.74
      2.67 2.64      2.71 2.62      2.66 2.73      2.71      2.68 2.62      2.73      2.68 2.66      2.69      2.68 2.67      2.77 2.69      2.61 2.75      2.66 2.69 2.67
      2.73 2.71      2.62 2.63      2.75      2.79      2.62 2.67      2.61 2.69      2.66 2.68      2.62 2.63      2.61      2.64 2.66      2.65 2.68 2.67      2.66 2.68 2.75
      2.65 2.62      2.62 2.73      2.68      2.67      2.64      2.71 2.69      2.67      2.77 2.63      2.64 2.68      2.75 2.69      2.67 2.65 2.63      2.68 2.76
      2.66 2.66      2.77 2.62      2.67 2.62      2.69 2.79      2.69 2.66      2.74 2.66      2.61 2.64      2.67 2.67      2.64 2.64      2.65 2.62      2.67 2.67
      3.03 2.69      2.69      2.75 2.79      2.66      2.73 2.65      2.72 2.71      2.66      2.65 2.65      2.68 2.69      2.69 2.63      2.61      2.64 2.67      2.67 2.69      2.67 2.64      2.65 2.66
      2.67 2.69      2.64 2.69      2.66      2.66      2.67 2.67      2.71 2.71      2.69 2.73      2.76      2.64 2.61      2.71 2.67      2.64 2.63      2.66 2.77      2.72 2.62      2.69      2.76 2.63
      2.64 2.68      2.77 2.63      2.61      2.61 2.72      
```

```
% Data Target yaitu Temperature Distillation Column (belum dinormalisasi)

T = [ 69.33 69.33 69.38 69.24 69.28 69.36 69.24 69.33 69.24 69.38 69.24 69.38 69.24 69.33 69.37
69.33 69.19 69.33 69.38 69.28 69.24 69.23 69.26 69.28 69.24 69.33 69.24 69.31 69.31 69.29
69.25 69.33 69.33 69.24 69.33 69.33 69.27 69.28 69.35 69.32 69.33 69.24 69.25 69.24 69.23
69.27 69.28 69.24 69.26 69.27 69.33 69.22 69.23 69.33 69.23 69.23 69.24 69.24 69.24 69.23
69.23 69.27 69.24 69.23 69.28 69.28 69.23 69.23 69.25 69.28 69.29 69.28 69.27 69.23
69.23 69.19 69.2 69.21 69.2 69.24 69.26 69.26 69.26 69.26 69.26 69.24 69.23 69.23 69.24
69.26 69.28 69.24 69.23 69.24 69.26 69.23 69.23 69.23 69.26 69.27 69.2 69.19 69.2 69.19

% Proses Normalisasi data yaitu membagi tiap data dengan data tertinggi=69.32
nP= P/69.32;
nT= T/69.32;

% data diluar training untuk Validasi
Pv = [ 69.23 69.23 69.23 69.23 69.22 69.23 69.27 69.28 69.28 69.27 69.23 69.23 69.23
69.24 69.25 69.28 69.24 69.23 69.23 69.24 69.28 69.27 69.22 69.21 69.23 69.23
69.19 69.23 69.24 69.28 69.24 69.23 69.27 69.23 69.27 69.23 69.28 69.24 69.26
69.18 69.2 69.2 69.19 69.23 69.27 69.27 69.27 69.23 69.32 69.23 69.24 69.23
69.23 69.27 69.28 69.25 69.22 69.23 69.24 69.23 69.23 69.24 69.24 69.24 69.23
69.23 69.23 69.23 69.28 69.23 69.26 69.28 69.24 69.23 69.23 69.27 69.27 69.27 69.23
69.28 69.26 69.23 69.23 69.28 69.24 69.23 69.23 69.23 69.27 69.27 69.23 69.23
69.23 69.24 69.27 69.25 69.23 69.27 69.28 69.28 69.28 69.28 69.23 69.23 69.25 69.28
69.29 69.28 69.27 69.28 69.23 69.25 69.28 69.28 69.24 69.23 69.23 69.28 69.26 69.23
69.23 69.23 69.22 69.2 69.23 69.27 69.25 69.24 69.28 69.23 69.27 69.23 69.19 69.2 69.21
69.26 69.27 69.2 69.19 69.2 69.19;
69.23 69.23 69.23 69.23 69.23 69.27 69.28 69.28 69.27 69.23 69.23
69.28 69.24 69.25 69.28 69.24 69.23 69.23 69.24 69.23 69.27 69.22 69.21 69.23
69.23 69.19 69.23 69.24 69.28 69.24 69.23 69.27 69.23 69.19 69.23 69.28 69.24
```



```

IPnet.LW(3,2)=rands(s3,s2);
IPnet.b(1)=rands(s1);
IPnet.b(2)=rands(s2);
IPnet.b(3)=rands(s3);
end

%=====
%  Arsitektur Jaringan
%=====
% Network design is Feed Forward Neural
if sembunyi == 1
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2],{'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
else
    IPnet=newff(minmax(nP),[s1 s2 s3],{'logsig' 'logsig' 'logsig'}, 'traingdx');
end

disp(' *****')
disp('          PARAMETER JARINGAN          ')
iterasi=input(' Iterasi max (max 20000) : ');
erorbatas=input(' Error (default 0.00000001) : ');
alfa=input(' Learning rate (0.1 - 0.9) : ');
myu=input(' Konstanta momentum (0.1 - 0.9) : ');
disp(' *****')
disp(' ')
disp(' >>TRAINING PROCESS IN ACTION GUYS!!!<<')
disp(' ')

% Initialization of each training parameters

IPnet.performFcn='mse';
IPnet.trainParam.epochs=iterasi;
IPnet.trainParam.goal=erorbatas;
IPnet.trainParam.lr=alfa;
IPnet.trainParam.mc=myu;
IPnet.trainParam.show=50;
IPnet.trainParam.lr_inc=1.05;
IPnet.trainParam.lr_dec=0.7;
IPnet.trainParam.max_fail=5;
IPnet.trainParam.max_perf_inc=1.04;
IPnet.trainParam.min_grad=1e-10;
IPnet.trainParam.time=inf;

% Training Set Command
IPnet = train(IPnet,nP,nT);
figure(1)
ylabel('Mean-Squared Error');
hold on;

% Plotting of Training Result
%=====
% Compared between Output and Target
y = 69.32*sim(IPnet,nP);
figure(2)
clf
plot(1:200, (nT*69.32), '-k');
hold on;
plot(1:200, y, '-r');
title('TRAINING NEURAL NETWORK RESULT');
axis([0, 200, 69, 69.5]);
ylabel('Output(red) Target(black) Deg Celcius');
xlabel('SAMPEL (menit ke-)');
grid on;
disp('TRAINING PROCESS SIMULATION :');y

% Plotting of Validation Result
%=====
% Compared between Output and Target
yv = 69.32*sim(IPnet,nPv);
figure(3)
clf
plot(1:200, (nTv*69.32), '-k');
hold on;
plot(1:200, yv, '-r');
title('HASIL VALIDASI MODEL');
axis([0, 200, 69, 69.5]);
ylabel('Output(red) Target(black) Deg Celcius');
xlabel('SAMPEL (menit ke-)');
grid on;
disp('VALIDATION PROCESS SIMULATION WITH FF-NEURAL NETWORK :');yv

pause % Push any key to see the error signal...

```

```

% PREDICTION ERROR
%=====
% Error is the difference between output NN and the target from validation process.

e = Tv - yv;

% This error can be plotted.
time = 1:1:200;
figure(4)
plot(time,e);
hold on;
plot([min(time) max(time)], [0 0], 'r');
hold off;
xlabel(' SAMPEL (menit ke -)');
ylabel('Error - Deg Celcius');
title('Prediction Error ');

pause % Push any key to see the regresion coefficient...

% CORRELATION FUNCTION
%=====
% To know the correlation between NN output and Actual Output
figure(5)
[m,b,r] = postreg(yv,Tv);
hold on;
xlabel('Nilai Output Aktual Plant (Deg Celcius)');
ylabel('Nilai Ouitput JST (Deg Celcius)');

% Initialization of each layer for saving process
if sembunyi == 1
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
else
    mw1=IPnet.IW(1,1);
    mw2=IPnet.LW(2,1);
    mw3=IPnet.LW(3,2);
    mb1=IPnet.b(1);
    mb2=IPnet.b(2);
    mb3=IPnet.b(3);
end
% Saving Process data on a file
if sembunyi == 1
    save c:\Irfan\mw1c.dat mw1 /ascii; %saving weight mw1
    save c:\Irfan\New2\mw2c.dat mw2 /ascii; %saving weight mw2
    save c:\Irfan\New2\mb1c.dat mb1 /ascii; %saving bias mb1
    save c:\Irfan\New2\mb2c.dat mb2 /ascii; %saving bias mb2
else
    save c:\Irfan\New2\mw1c.dat mw1 /ascii; %saving weight mw1
    save c:\Irfan\New2\mw2c.dat mw2 /ascii; %saving weight mw2
    save c:\Irfan\New2\mw3c.dat mw3 /ascii; %saving weight mw3
    save c:\Irfan\New2\mb1c.dat mb1 /ascii; %saving bias mb1
    save c:\Irfan\New2\mb2c.dat mb2 /ascii; %saving bias mb2
    save c:\Irfan\New2\mb3c.dat mb3 /ascii; %saving bias mb3
end

save c:\Irfan\New2\y.dat y /ascii; %saving training simulation result
save c:\Irfan\New2\yv.dat yv /ascii; %saving validation simulation result
disp('.....')
disp(' Training is over....guys!!!!!!')
disp('.....')

```


INSTRUCTION MANUAL SOFTWARE TRAINING & VALIDASI JARINGAN

System Requirement :

- ❑ Matlab 5.3.1 rel 11
- ❑ Pentium II or Higher
- ❑ 32 MB ram
- ❑ Windows 98

Program Training

1. Untuk menjalankan Program Training pilih run script pada toolbar menu Matlab 5.3.1 rel 11. Untuk melihat isi program pilih open pada toolbar menu Matlab 5.3.1 rel 11.
2. Setelah terbuka tampilan menu klik browse dan pilih program yang akan dijalankan (untuk training model temperatur klik file Temperatur Middle sedangkan untuk training model level klik file Normal Butyral Dehide).
3. Setelah itu kembali ke menu Run Script dan klik OK atau bisa juga menjalankan langsung dari menu browse dengan men-double klik file yang dipilih.
4. Masukkan beberapa paramater-parameter Jaringan yang akan diuji coba (Jumlah Node Hidden, Jumlah Epoch, Jumlah Layer, Nilai Learning rate, Nilai Konstanta Momentum) Lalu **Enter**....
5. Pada Layar secara otomatis akan tampak Grafik Pergerakan Nilai epoch vs Error dan Setelah tercapai nilai error akan muncul Grafik Training Jaringan antara Output aktual Plant dengan Output JST.
6. Untuk Melihat nilai Bobot ketik Whos pada Matlab Command Window dan **Enter**. Pada Layar akan tampak nilai matrix Bobot, Target, Bias, dsb.
7. Apabila ingin melihat nilai dari masing-masing parameter, misal untuk Bobot Layer 1 Ketik "mw1" dan **Enter**, untuk output JST ketik "T" dan **Enter**, dsb.

Program Validasi

1. Untuk menjalankan Program Training pilih run script pada toolbar menu Matlab 5.3.1 rel 11. Untuk melihat isi program pilih open pada toolbar menu Matlab 5.3.1 rel 11.
2. Setelah terbuka tampilan menu klik browse dan pilih program yang akan dijalankan (untuk training model temperatur klik file Validasi Temperatur Middle sedangkan untuk training model level klik file Final Level).
3. Setelah itu kembali ke menu Run Script dan klik OK atau bisa juga menjalankan langsung dari menu browse dengan men-double klik file yang dipilih.
4. Masukkan beberapa paramater-parameter Jaringan yang akan diuji coba (Jumlah Node Hidden, Jumlah Epoch, Jumlah Layer, Nilai Learning rate, Nilai Konstanta Momentum) Lalu **Enter**....

5. Pada Layar secara otomatis akan tampak Grafik Pergerakan Nilai epoch vs Error dan Setelah tercapai nilai error akan muncul Grafik Training Jaringan antara Output aktual Plant dengan Output JST dan Grafik Validasi Model.
6. Tekan Sembarang Tombol maka akan timbul Grafik Hub. Korelasi antara Output Aktual Plant dan Output JST
7. Untuk melihat nilai bobot lihat langkah 6 dan 7 untuk Training Jaringan.